

# **Modélisation des conflits dans l'activité de pilotage**

**Frédéric Dehais**

**Encadrants : Catherine Tessier et Laurent Chaudron**



Question : “ Dans quelle mesure le conflit est-il un concept pertinent pour l'étude de la sécurité aérienne? ”

# Introduction

- ▶ Question : “ Dans quelle mesure le conflit est-il un concept pertinent pour l'étude de la sécurité aérienne? ” ;
  
- ▶ Motivations :
  - ▶ travaux de l'équipe (publications, workshops...) ;
  - ▶ synonyme de dysfonctionnement [Castelfranchi 02, Simmel 03]
  - ▶ engendre des comportements (exclusion, agressivité, inhibition) [Simmel 03, Sherif 53, Lewin 39]

# Objectifs

- ▶ définir un modèle des conflits ;
- ▶ développer un environnement expérimental pour étudier le conflit ;
- ▶ identifier les comportements endémiques ;
- ▶ concevoir des moyens, ou contre-mesures pour pallier ces comportements et aider à la résolution de conflit.
- ▶ approche transdisciplinaire

# Partie I : le conflit

- ▶ état de l'art
- ▶ vers une définition du conflit
- ▶ modèle conceptuel du conflit

# Conflit : état de l'art

Conflit : question évitée dans la littérature scientifique, vocabulaire confus, pas de généralité.

## ▶ Sciences humaines :

- ▶ “Élimination magique”, Mills [Le Marc 99] ;
- ▶ essentiellement des typologies [Thomas 76, Coombs et Avrunin 88] ;
- ▶ définitions difficilement formalisables [Putnam et Pool, 99] ;
- ▶ travaux *ad hoc* [Hoc 01, Pritchett 97] ;
- ▶ approche structurelle et psychologique du conflit [Lewin 39, Festinger 57, Sherif 53] ;
- ▶ approche cognitive de Castelfranchi [Castelfranchi 00].

# Conflit : état de l'art

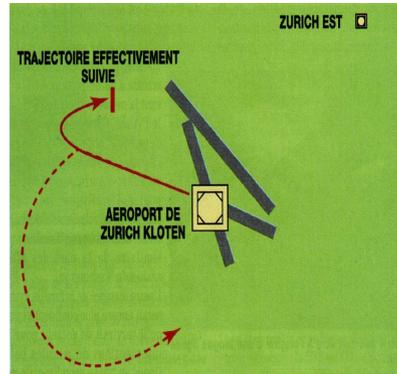
## ▷ IAD/SMA :

- ▷ définitions *ad hoc* liées à l'application [Camps 98, Dieng 95] ;
- ▷ conception de systèmes coopératifs ;
- ▷ essentiellement des typologies [Sycara 98, Deutsch 73] ;
- ▷ conflit souvent associé aux notions de [Castelfranchi 00, Chaudron et al 2000] :
  - ▷ contradiction,
  - ▷ ressource,
  - ▷ interférence,
  - ▷ différence de point de vue,
  - ▷ incohérence logique.

# Conflits en aéronautique :



*Tupolev [Jul 02]*



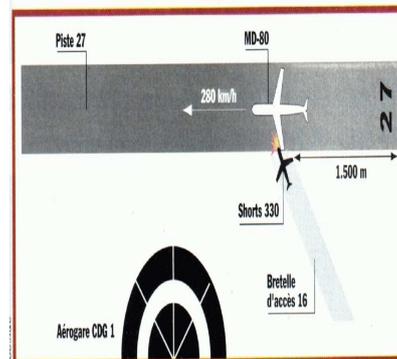
*Crossair [Jan 2000]*

**CONFLIT!**

→ *Conflit : précurseur d'accidents*



*Air Philippines [April 99]*

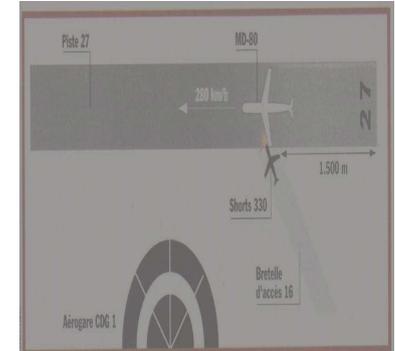
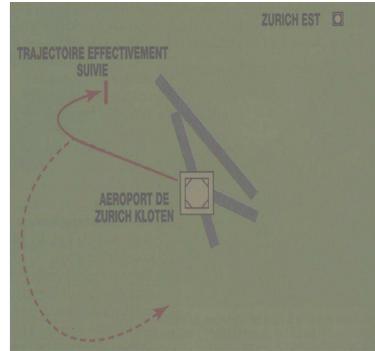


*Streamline [May 2000]*

## Vers une définition du conflit :

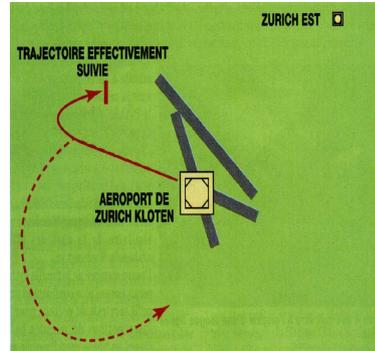


*Tupolev [Juil 02]*

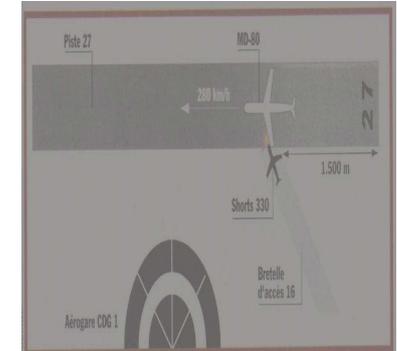


- ▶ Conflit homme/machine : le TCAS demande à l'équipage de monter alors que le contrôle ordonne de descendre

# Vers une définition du conflit :

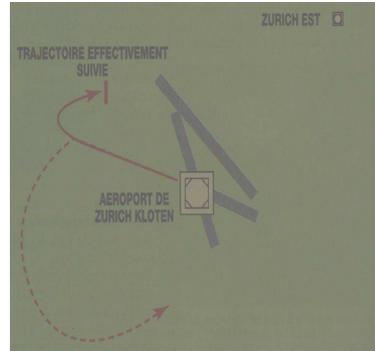


*Crossair 1 Jan 2001*

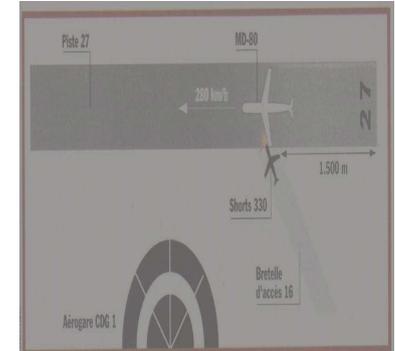


- ▶ Conflit homme/machine : le TCAS demande à l'équipage de monter alors que le contrôle ordonne de descendre
- ▶ Conflit dans l'utilisation des procédures : décollage ET tourner à gauche OU BIEN décollage ET tourner droite

# Vers une définition du conflit :

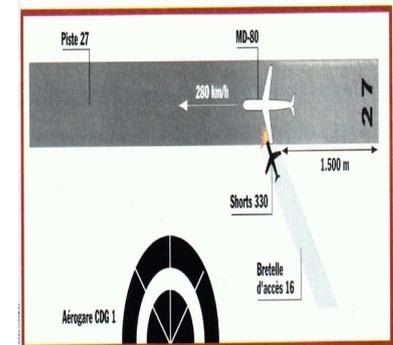
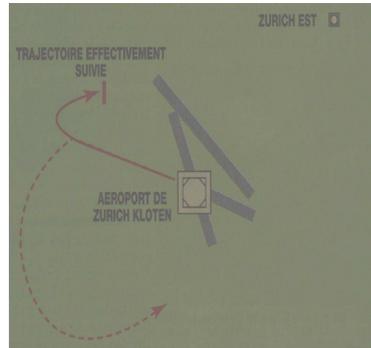


*Air Philippines [Avr 99]*



- ▶ Conflit homme/machine : le TCAS demande à l'équipage de monter alors que le contrôle ordonne de descendre
- ▶ Conflit dans l'utilisation des procédures : décollage ET tourner à gauche OU BIEN décollage ET tourner droite
- ▶ Conflit ouvert : le but du pilote est d'atterrir et le but du contrôle aérien est d'empêcher l'atterrissage

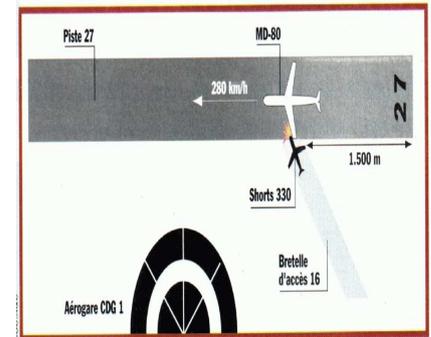
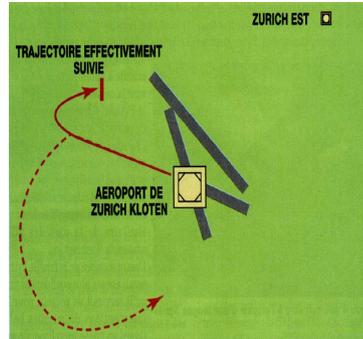
# Vers une définition du conflit :



*Streamline I Mai 20001*

- ▶ Conflit homme/machine : le TCAS demande à l'équipage de monter alors que le contrôle ordonne de descendre
- ▶ Conflit dans l'utilisation des procédures : décollage ET tourner à gauche OU BIEN décollage ET tourner droite
- ▶ Conflit ouvert : le but du pilote est d'atterrir et le but du contrôle aérien est d'empêcher l'atterrissage
- ▶ Conflit de compréhension : chaque équipage comprend qu'il peut se rendre sur la piste

# Vers une définition du conflit :



- ▶ Conflit homme/machine : le TCAS demande à l'équipage de monter alors que le contrôle ordonne de descendre
- ▶ Conflit dans l'utilisation des procédures : décollage ET tourner à gauche OU BIEN décollage ET tourner droite
- ▶ Conflit ouvert : le but du pilote est d'atterrir et le but du contrôle aérien est d'empêcher l'atterrissage
- ▶ Conflit de compréhension : chaque équipage comprend qu'il peut se rendre sur la piste

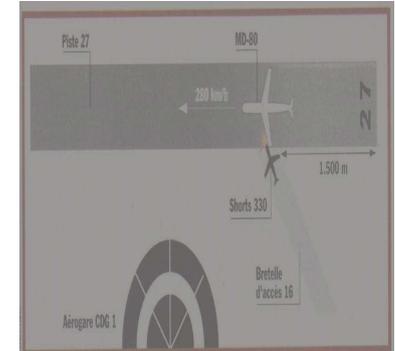
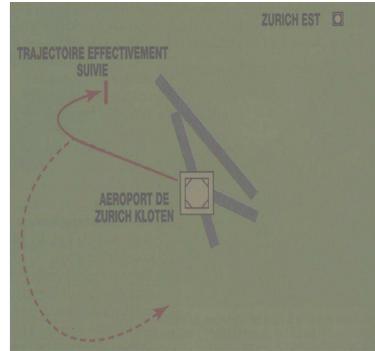
Le conflit implique [Castelfranchi02] :

- ▶ au moins un agent ;
- ▶ au moins deux éléments de connaissances.

# Vers une définition du conflit :

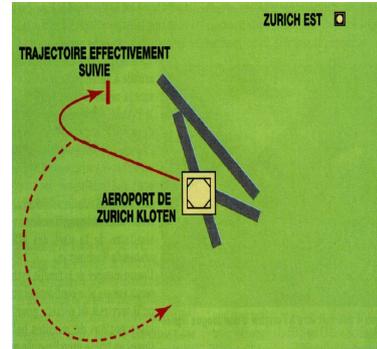


*Tupolev [Juil 02]*

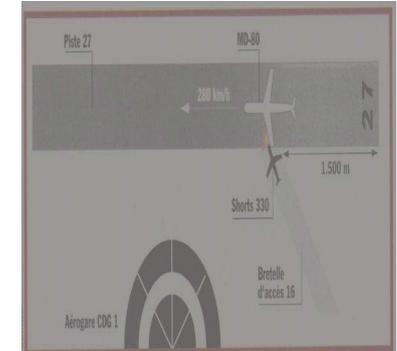


- ▶ L'équipage a des ordres incohérents au même moment (monter OU BIEN descendre)

# Vers une définition du conflit :

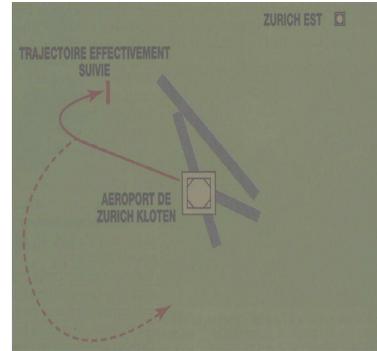


*Crossair 1 Jan 2001*

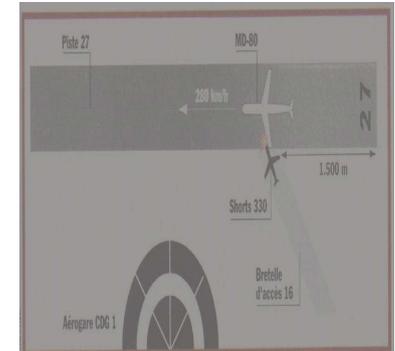


- ▶ L'équipage a des ordres incohérents au même moment (monter OU BIEN descendre)
- ▶ Le pilote et le contrôleur ont des points de vue différents sur les procédures au même moment (tourner gauche OU BIEN droite)

# Vers une définition du conflit :

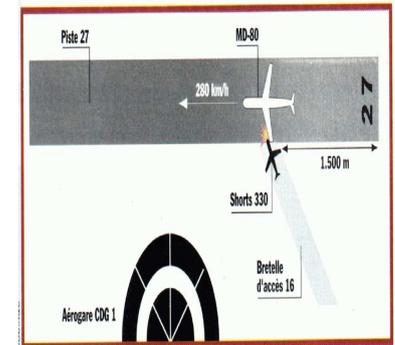
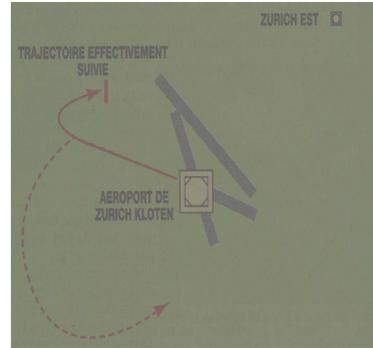


*Air Philippines [Avr 99]*



- ▶ L'équipage a des ordres incohérents au même moment (monter OU BIEN descendre)
- ▶ le pilote et le contrôleur ont des points de vue différents sur les procédures au même moment (tourner gauche OU BIEN droite)
- ▶ Le but de l'équipage est contradictoire avec le but du contrôle aérien au même moment (atterrir OU BIEN ne pas faire atterrir)

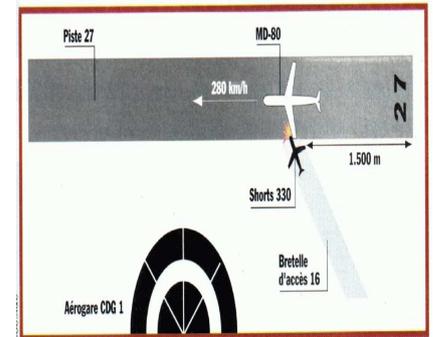
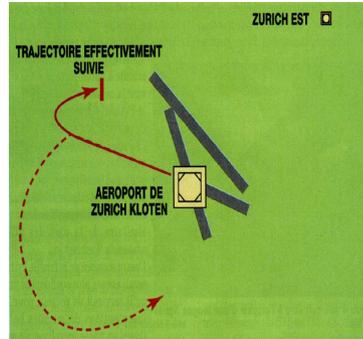
# Vers une définition du conflit :



*Streamline I Mai 2001*

- ▶ L'équipage a des ordres incohérents au même moment (monter OU BIEN descendre)
- ▶ le pilote et le contrôleur ont des points de vue différents sur les procédures au même moment (tourner gauche OU BIEN droite)
- ▶ Le but de l'équipage est contradictoire avec le but du contrôle aérien au même moment (atterrir OU BIEN ne pas faire atterrir)
- ▶ Les positions des appareils interfèrent au même moment

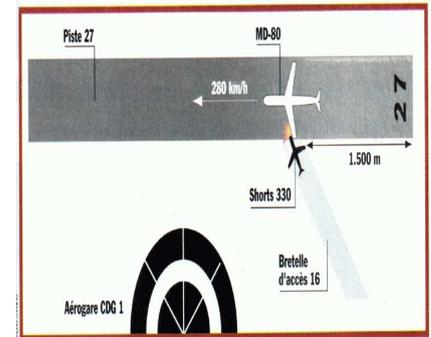
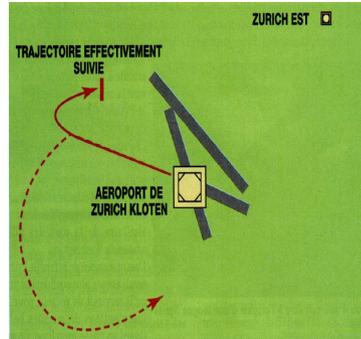
# Vers une définition du conflit :



- ▶ L'équipage a des ordres **incohérents** au même moment (monter OU BIEN descendre)
- ▶ le pilote et le contrôleur ont des points de vue **différents** sur les procédures au même moment (tourner gauche OU BIEN droite)
- ▶ Le but de l'équipage est **contradictoire** avec le but du contrôle aérien au même moment (atterrir OU BIEN ne pas faire atterrir)
- ▶ Les positions des appareils **interfèrent** au même moment

Le conflit est lié à la notion d'impossibilité d'atteindre un but pour un agent.

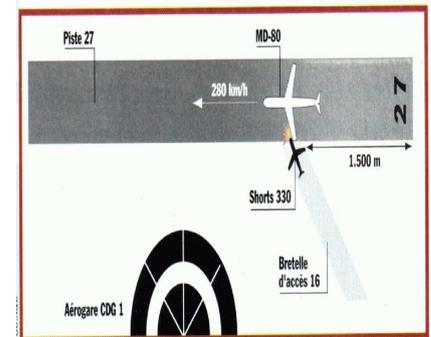
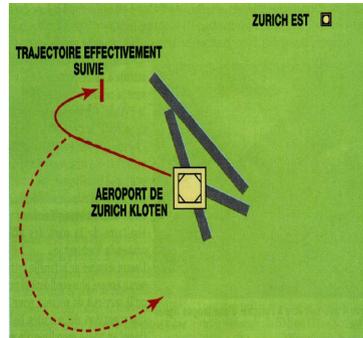
# Vers une définition du conflit :



Dans tous ces cas, le conflit se produit car l'équipage ne peut **satisfaire** un but qui est **important**:

- ▶ en terme de phase de vol (décollage, atterrissage)
- ▶ en terme de sécurité (évitement de collision)

# Vers une définition du conflit :



Dans tout ces cas, le conflit se produit car l'équipage ne peut **achever** un but qui est **important**:

- ▶ en terme de phase de vol (décollage, atterrissage)
- ▶ en terme de sécurité (évitement de collision)

Conflit : un conflit est un état du monde dans lequel un ensemble d'agents ne peut atteindre un **but important**

# Modèle conceptuel du conflit

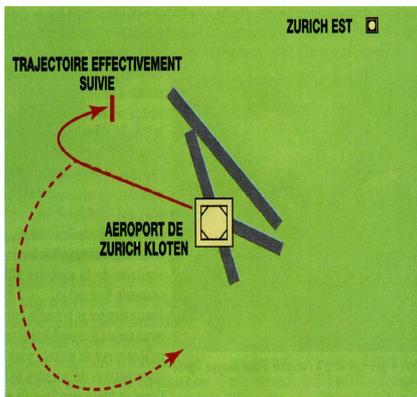
▶ Modélisation des connaissances en jeu en attitudes propositionnelles [Austin, 62]

▶ Attitude propositionnelle) : *une attitude propositionnelle est un triplet  $(A, K, T)$ , où  $A$  est l'agent porteur de la connaissance,  $K$  est un ensemble de propriétés et  $T$  est l'intervalle de temps durant lequel les propriétés de  $K$  sont vérifiées.*

*Ex :  $AP(\text{pilote}, \text{atteindre\_zurich\_est}, T)$*

# Modèle conceptuel du conflit

- ▶ Modélisation des connaissances en jeu en **attitudes propositionnelles** [Austin, 62]
- ▶ **Attitude propositionnelle**) : *une attitude propositionnelle est un triplet  $(A, K, T)$ , où  $A$  est l'agent porteur de la connaissance,  $K$  est un ensemble de propriétés et  $T$  est l'intervalle de temps durant lequel les propriétés de  $K$  sont vérifiées.*  
*Ex AP(pilote, atteindre\_zurich\_est, T)*



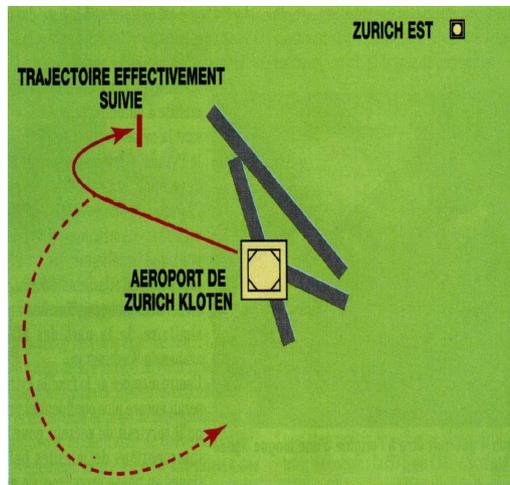
# Modèle conceptuel du conflit

**Pilote**

**Atteindre Zurich Est**

**surveiller paramètres**

**tourner droite**



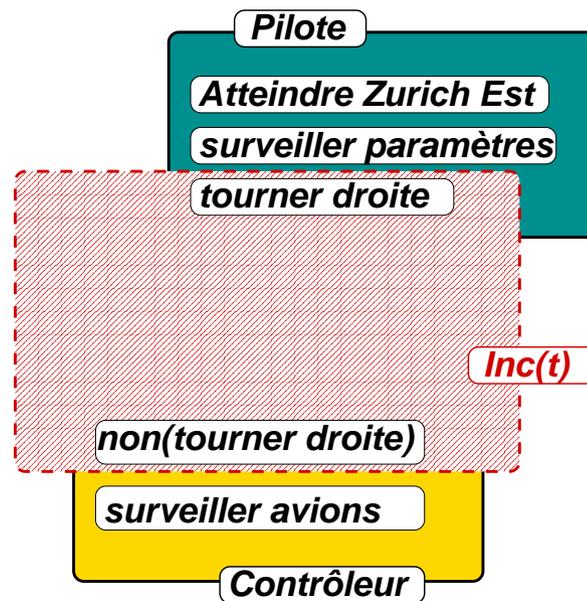
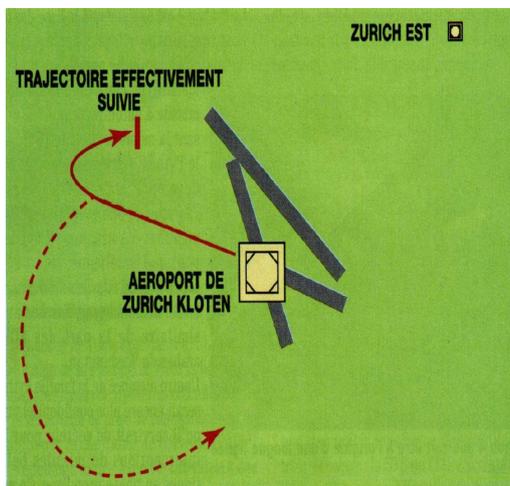
**non(tourner droite)**

**surveiller avions**

**Contrôleur**

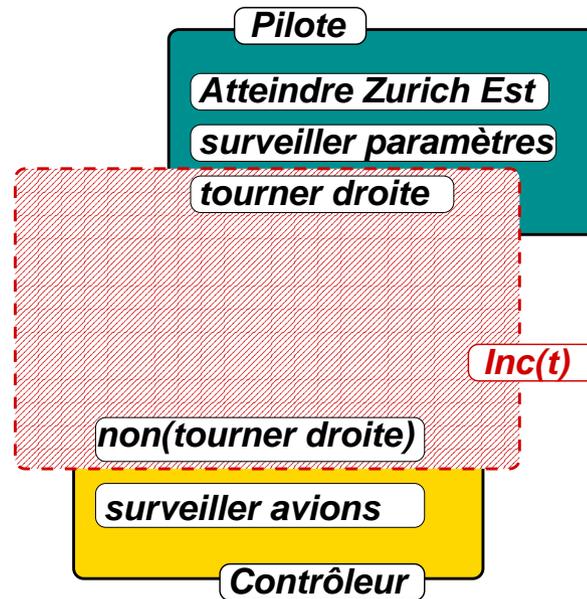
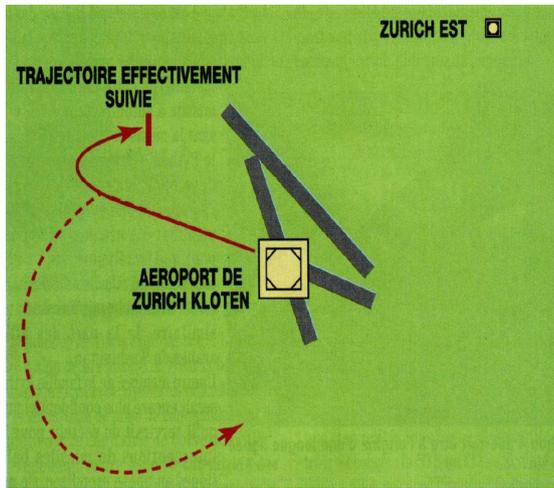
# Modèle conceptuel du conflit

- ▶ **Ensemble d'AP incohérent** : *On dira qu'un ensemble d'attitudes propositionnelles est incohérent s'il existe au moins deux AP  $(A, K, T)$  et  $(A', K', T')$  telles que  $T \cap T' \neq \emptyset$  et les propriétés de  $K \cup K'$  ne peuvent pas être satisfaites ;*



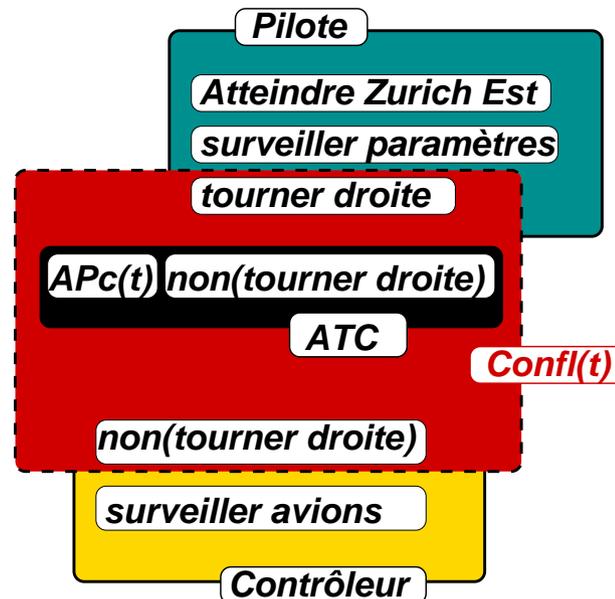
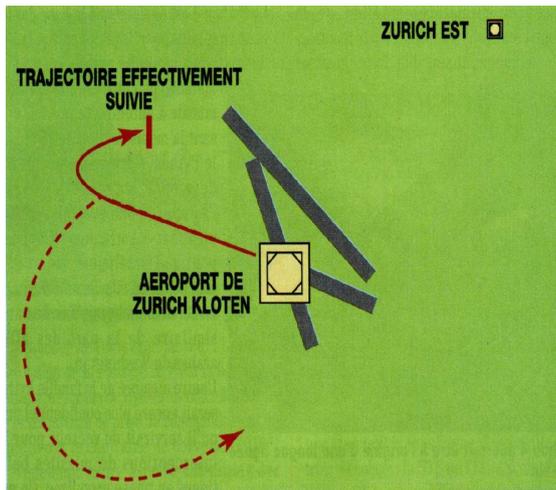
# Modèle conceptuel du conflit

- ▶ **AP\_Cruciale** Une AP\_cruciale  $(A, K, T)$  est telle que l'ensemble  $K$  de propriétés doit être impérativement vérifié par l'agent ou l'ensemble d'agents  $A$  durant l'intervalle de temps  $T$  ;

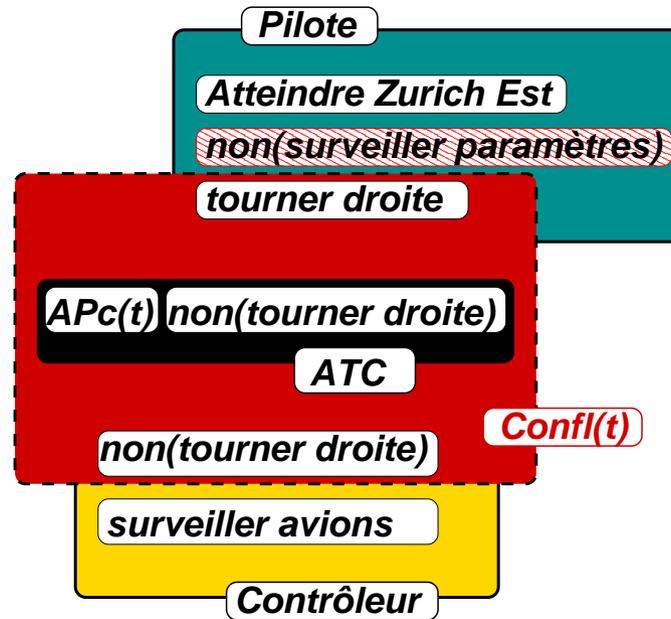
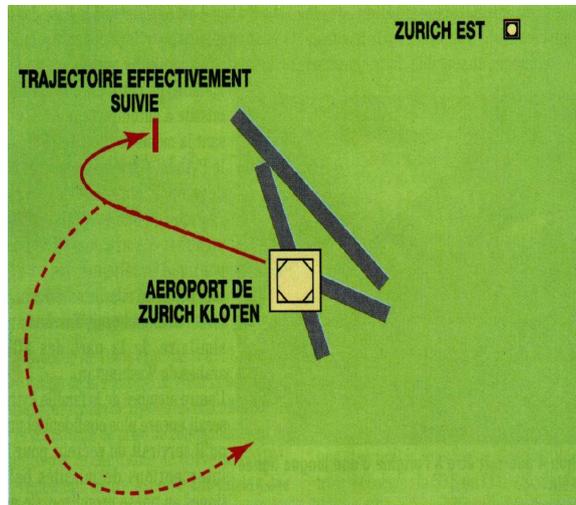


# Modèle conceptuel du conflit

- ▶ **Ensemble d'AP conflictuel** Soit  $\mathcal{AC}_t$ , l'ensemble des AP cruciales qui doivent être vérifiées au temps  $t$ .  $Confl_t$  est un ensemble minimal conflictuel d'AP au temps  $t$  si et seulement si :
  - ▶  $Confl_t$  est un ensemble minimal d'AP incohérent ;
  - ▶  $(\exists (A, K, t) \in Confl_t)(\exists (A_c, K_c, t) \in \mathcal{AC}_t)$  tel que  $K \cap K_c \neq \emptyset$ .



# Modèle conceptuel du conflit



## Partie II : première validation expérimentale

- ▷ démarche empirique
- ▷ scénario expérimental
- ▷ analyse de l'activité
- ▷ traduction symbolique
- ▷ modélisation des connaissances
- ▷ résultats
- ▷ syndrome de persévération

# Démarche empirique



**Activité réelle de pilotage**



**Système d'observation**

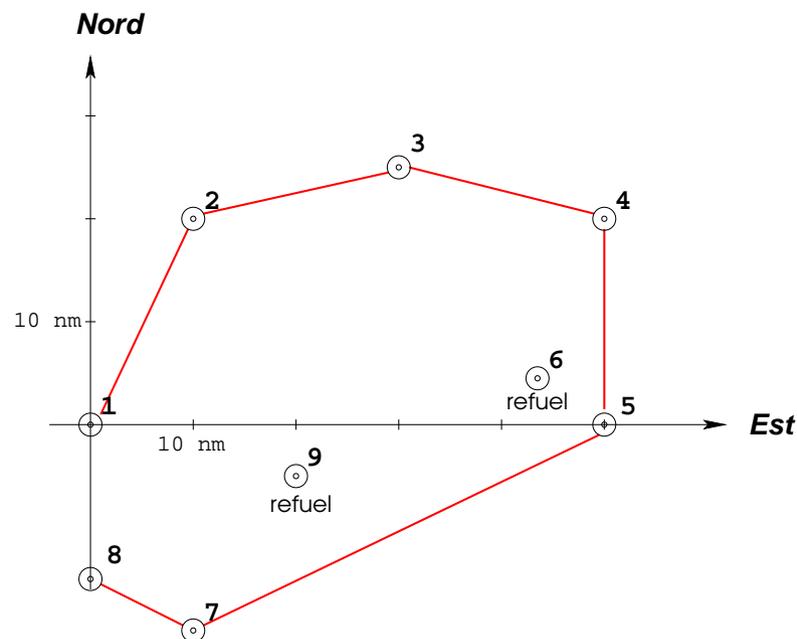


**Base de connaissances  
(procédures, plan de vol)**

- mise en correspondance
- détection des ensembles minimaux incohérents
- étude de l'importance de ces ensembles en fonction du contexte

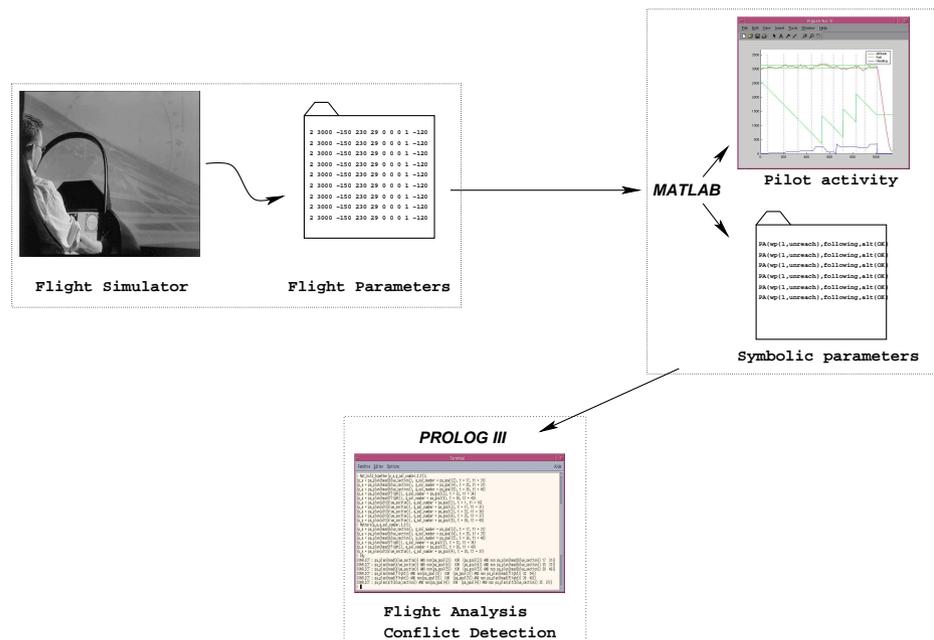
# Premier scénario expérimental

- ▶ Scénario basé sur la tenue de paramètres et la gestion d'un plan de vol et du fuel ;
- ▶ Consignes : suivre le plan de vol à altitude constante (3000 pieds), les waypoints 6 et 9 sont des zones de refuel ;
- ▶ Traduction symbolique de l'activité de pilotage à partir des paramètres de vol ;
- ▶ Détection des conflits dans la gestion du vol.



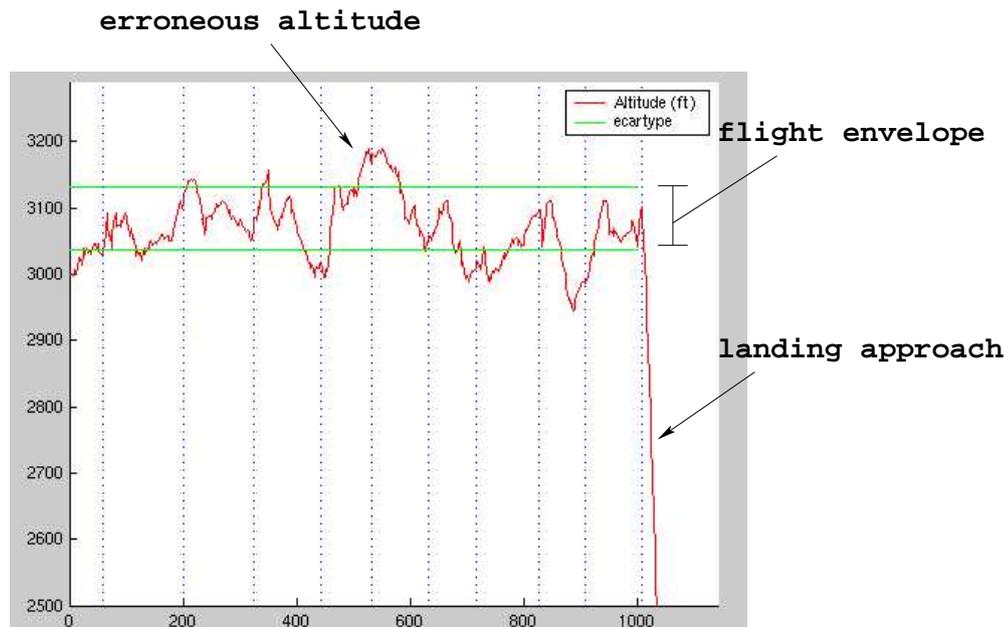
# Analyse de l'activité de pilotage

- ▶ Enregistrement de 19 paramètres toutes les 2 secondes
- ▶ Traduction numérique/symbolique basée sur l'analyse des fichiers de paramètres Lips
- ▶ Intérêts du symbolique : modélisation des connaissances et raisonnement du pilote, paramètres plus intelligibles
- ▶ Logiciels utilisés : Matlab & Prolog III

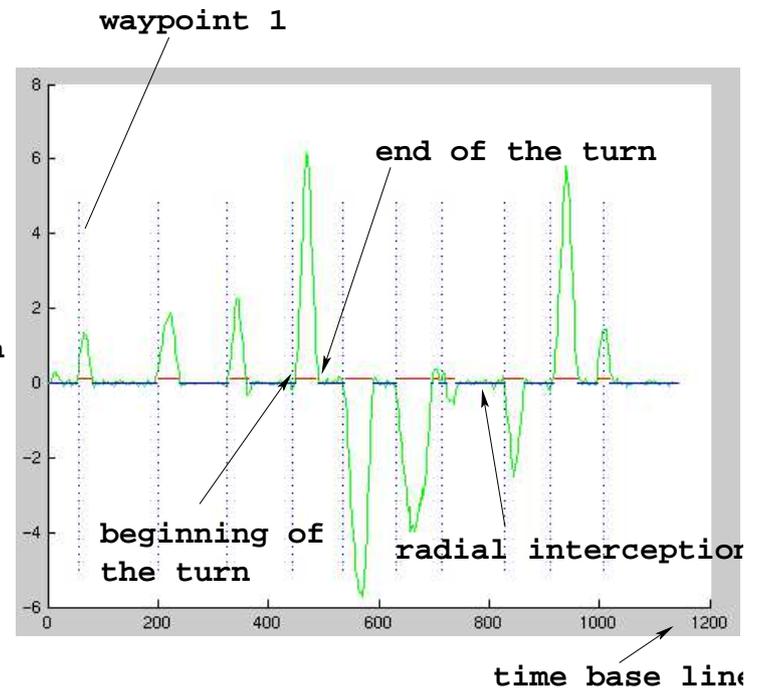


# Traduction symbolique des paramètres de vol

- ▶ reconnaissance de phases de vol à partir de 7 paramètres pertinents : altitude, cap, waypoint, Nobjet, fuel, position aéronef, localisation des waypoints
- ▶ utilisation de modèles partiels d'activité : détermination de seuils



Altitude



Trajectory analysis

# Modélisation des connaissances

- ▶ AP BUT : ce à quoi s'engage l'agent durant T  
ex : Ap\_goal(goal(1), <waypoint(1)>, T)

# Modélisation des connaissances

- ▶ AP BUT : ce à quoi s'engage l'agent durant T  
ex : `Ap_goal(goal(1), <waypoint(1)>, T)`
- ▶ AP PLAN : ensemble des connaissances à vérifier pour satisfaire son but  
ex : `Ap_plan(goal(1), <heading(230), altitude(3000), fuel(OK)>, T)`

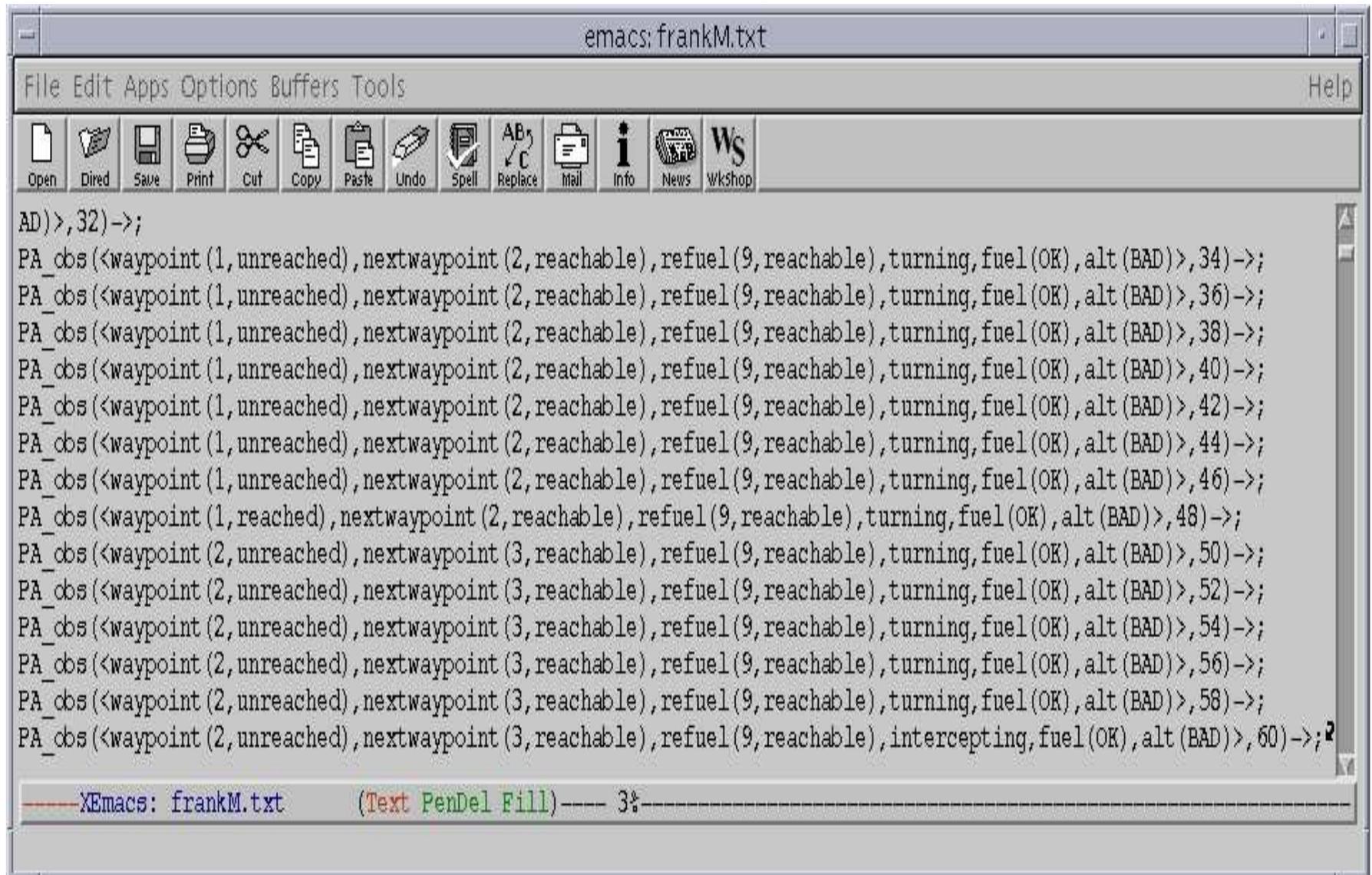
# Modélisation des connaissances

- ▶ AP BUT : ce à quoi s'engage l'agent durant T  
ex : Ap\_goal(goal(1),<waypoint(1)>,T)
- ▶ AP PLAN : ensemble des connaissances à vérifier pour satisfaire son but  
ex : Ap\_plan(goal(1),<heading(230),altitude(3000),fuel(OK)>,T)
- ▶ AP OBSERVATION : observation par le système de l'activité du pilote  
ex : Ap\_obs(waypoint(2,reached),intercepting,alt(good),t)

# Modélisation des connaissances

- ▶ AP BUT : ce à quoi s'engage l'agent durant T  
ex : Ap\_goal(goal(1),<waypoint(1)>,T)
- ▶ AP PLAN : ensemble des connaissances à vérifier pour satisfaire son but  
ex : Ap\_plan(goal(1),<heading(230),altitude(3000),fuel(OK)>,T)
- ▶ AP OBSERVATION : observation par le système de l'activité du pilote  
ex : Ap\_obs(waypoint(2,reached),intercepting,alt(good),t)
- ▶ AP CRUCIALES : certaines AP ont la propriété d'être cruciales, c-à-d qu'elles doivent absolument être satisfaites (dépendance du contexte)  
ex : Ap\_cruciale(goal(x),<refuel(reachable)>,T)

# Exemple de traduction



The image shows a screenshot of the Emacs text editor window. The title bar reads "emacs: frankM.txt". The menu bar includes "File Edit Apps Options Buffers Tools" and "Help". The toolbar contains icons for Open, Dired, Save, Print, Cut, Copy, Paste, Undo, Spell, Replace, Mail, Info, News, and WkShop. The main text area contains the following code:

```
AD)>,32)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,34)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,36)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,38)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,40)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,42)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,44)->;  
PA_obs(<waypoint(1,unreached),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,46)->;  
PA_obs(<waypoint(1,reachable),nextwaypoint(2,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,48)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,50)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,52)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,54)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,56)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),turning,fuel(OK),alt(BAD)>,58)->;  
PA_obs(<waypoint(2,unreached),nextwaypoint(3,reachable),refuel(9,reachable),intercepting,fuel(OK),alt(BAD)>,60)->;
```

The status bar at the bottom shows "XEmacs: frankM.txt (Text PenDel Fill) 3%".

**But courant du pilote : atteindre wp 5, se rendre sur wp suivant**

***pa\_plan(goal(5), <heading(180), alt(3000), fuel(OK), refuel(reachable)>, <448, t1>)***

**Obs du systeme t=574 : cap(OK), alt(BAD), but5(OK), but7(non(OK), refuel(unreachable))**

**1re étape**

**prédicat "not\_hold\_together" détecte que ces AP  
ne peuvent pas être satisfaites en même temps**

***plan(goal(5), alt(3000), 574) ET obs(goal(5), non(alt(3000)), 574)***

***plan(goal(7,8), fuel(OK), 574) ET obs(goal(7,8), non(fuel(OK)), 574)***

***plan(goal(5), refuel(reachable), 574) ET obs(goal(5), refuel(unreachable), 574)***

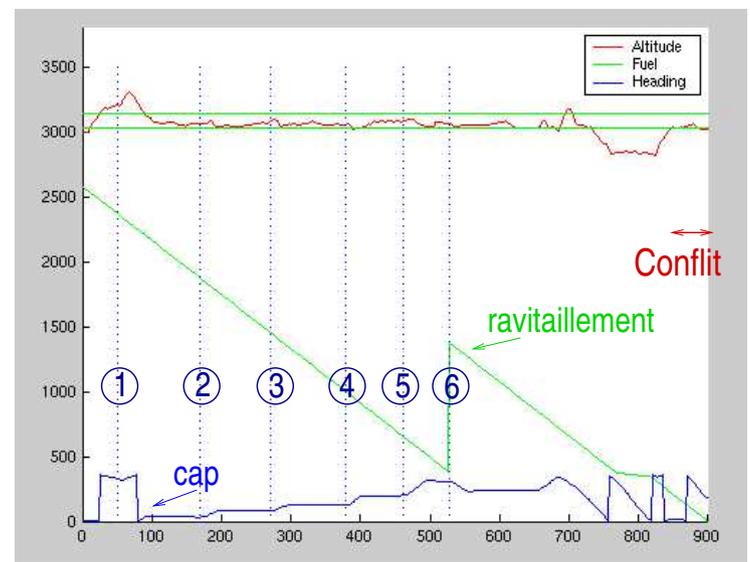
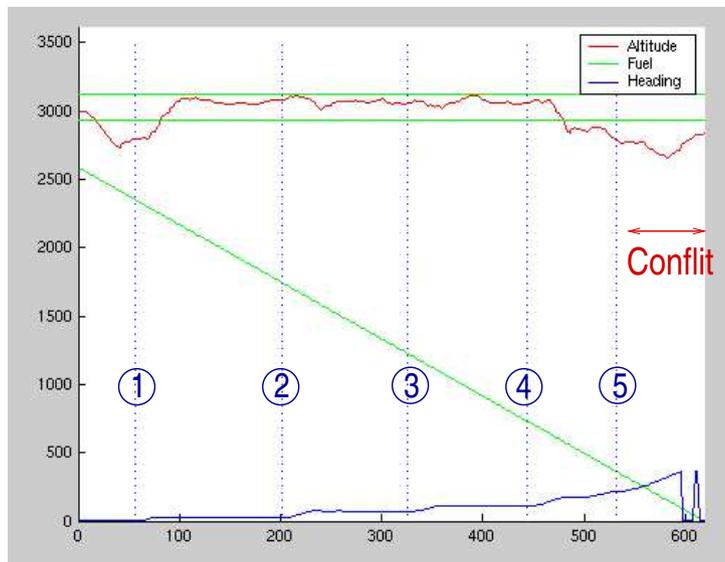
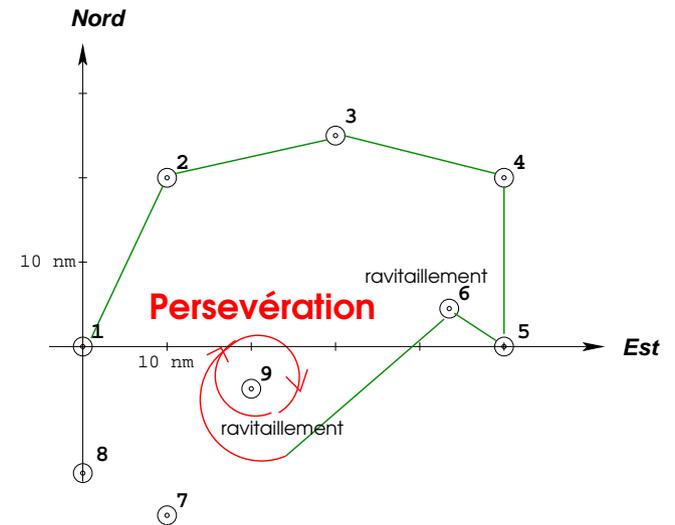
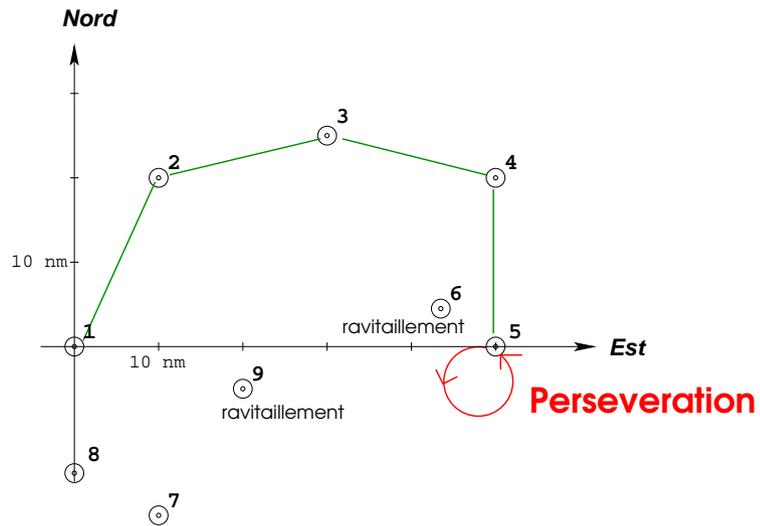
**AP cruciale : pour ces buts, le pilote doit vérifier refuel(reachable)**

**2e étape**

**prédicat "matters" détecte les AP conflictuelles**

***plan(goal(5), fuel(OK), 574) ET obs(goal(5), refuel(unreachable), 574)***

# Résultats des expérimentations



# Syndrome de persévération

Syndrome décrit dans de nombreuses disciplines :

- ▶ fascination pour l'objectif (aéronautique)
- ▶ erreur de fixation (ergonomie)
- ▶ persévération (sociologie, neuropsychologie)

Transport aérien : 2/3 équipages persévèrent dans une approche dangereuse (2000 cas étudiés)

B.E.A. : comportement de persévération chez les pilotes responsable de 40 % des victimes d'accidents aéronautiques (aviation civile)

# Persévération

Approche de l'ergonomie : "Erreur de fixation" [Keyser et Woods,90]

- ▶ type 1 : l'opérateur doit réaliser un objectif mais il est incapable de se décider parmi l'éventail des possibilités ;
- ▶ type 2 : l'opérateur reproduit obstinément les mêmes séquences d'actions sans pouvoir les contrôler ;
- ▶ type 3 : l'opérateur est persuadé que sa stratégie est la bonne, il ne tient pas compte des informations qui l'entourent ou n'a pas confiance en elles ;
- ▶ troubles attentionnels, mauvaise gestion des ressources.

# Persévération

Approche de l'ergonomie "Erreur de fixation" [Keyser et Woods 90] :

- ▶ type 1 : l'opérateur doit réaliser un objectif mais il est incapable de se décider parmi l'éventail des possibilités ;
- ▶ type 2 : l'opérateur reproduit obstinément les même séquences d'actions sans pouvoir les contrôler ;
- ▶ type 3 : l'opérateur est persuadé que sa stratégie est la bonne, il ne tient pas compte des informations qui l'entourent ou n'a pas confiance en elles ;
- ▶ troubles attentionnels, mauvaise gestion des ressources.
- ▶ hypothèse du "continuum cognitif" : comparaison opérateurs stressés et patients cérébrolésés [Pastor 00]

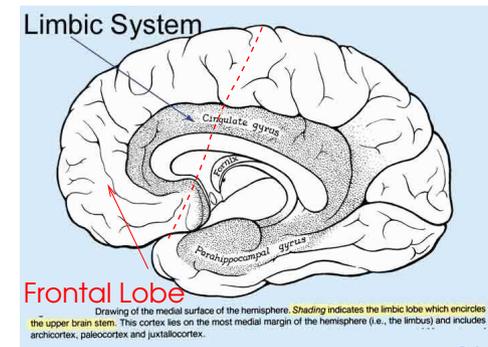
# Persévération

Approche de la neuropsychologie “syndrome de persévération ou syndrome frontal” [Eustache, 00] :

- ▶ aboulie ;
- ▶ persévération à reproduire une séquence motrice ;
- ▶ enfermement dans une décision ;
- ▶ troubles attentionnels, trouble de l'inhibition.

Nos hypothèses :

- ▶ une situation conflictuelle est génératrice de stress :
  - ▶ connexions privilégiées entre lobe frontal (planification, attention, mémoire de travail) et système limbique (stress, émotion)
  - ▶ mécanisme type “proie-prédateur”



# Persévération

- ▶ conflit lié à un sentiment de perte [Castelfranchi 00] :
  - ▶ plus l'implication est grande (coût, durée, importance de l'engagement), plus l'agent a tendance à se focaliser sur la réalisation de son but [Festinger 59, Beauvois et Joule 99]
- ▶ **Persévération** : la persévération désigne l'incapacité pour un agent d'inhiber un but et d'en engager un nouveau pour répondre de manière adaptée aux sollicitations de l'environnement
- ▶ Paradoxe : “si la persévération amène l'opérateur à ignorer l'information pertinente qui l'entoure au profit de la réalisation de son objectif, comment espérer concevoir un mécanisme qui viendrait l'informer de son obnubilation?”

# Partie III : Ghost, environnement d'étude de la persévération

- ▶ système Ghost et contre-mesures
- ▶ les pages du magicien d'Oz
- ▶ scénarios expérimentaux
- ▶ expérimentation
- ▶ résultats

# Systeme GHOST

## GHOST



Pilote dans le simulateur de vol

← TCP/IP CONNECTION →



Interface du magicien d'Oz



Atlas

# Systeme GHOST

## GHOST



Pilote dans le simulateur de vol

TCP/IP CONNECTION



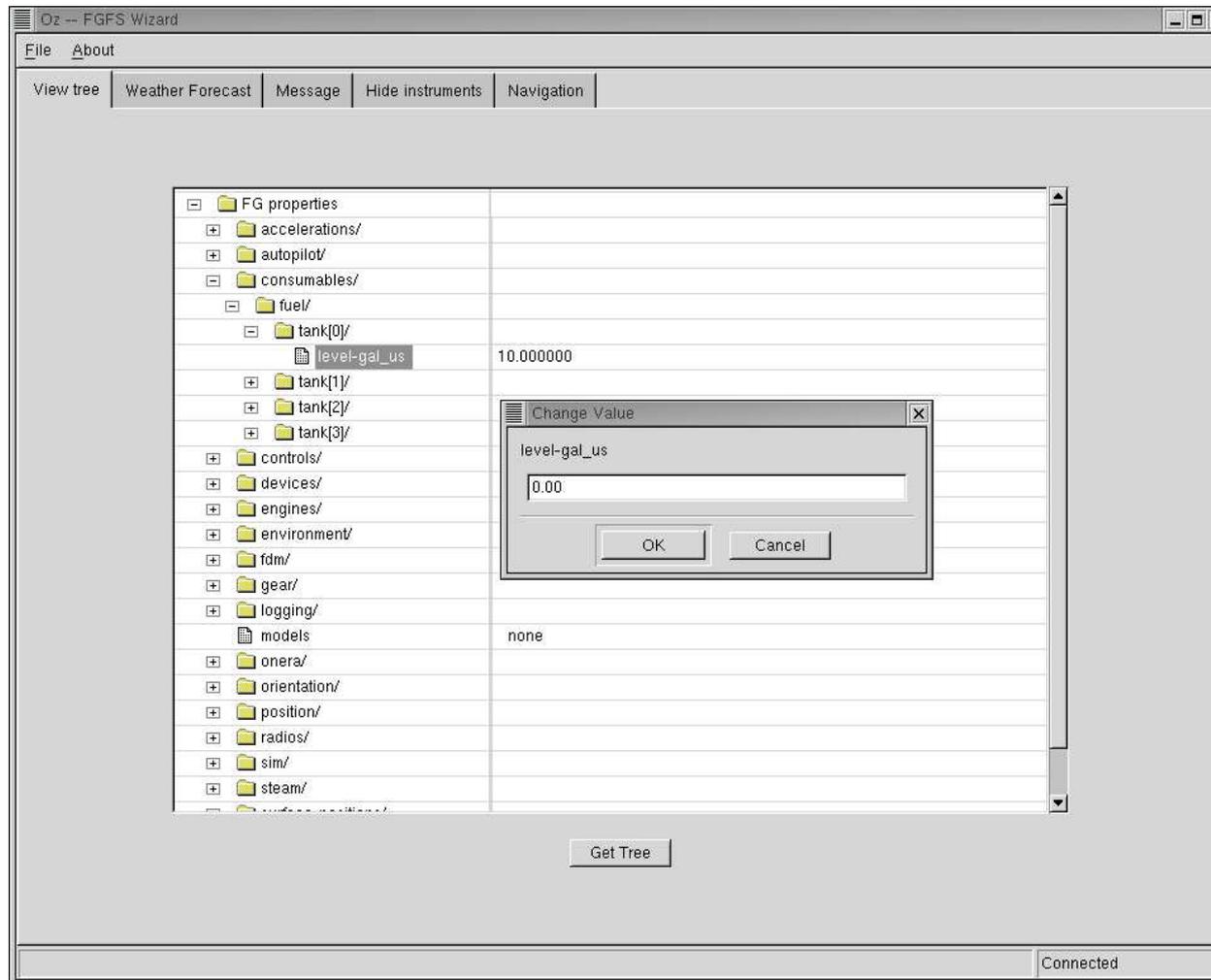
Interface du magicien d'Oz

Atlas

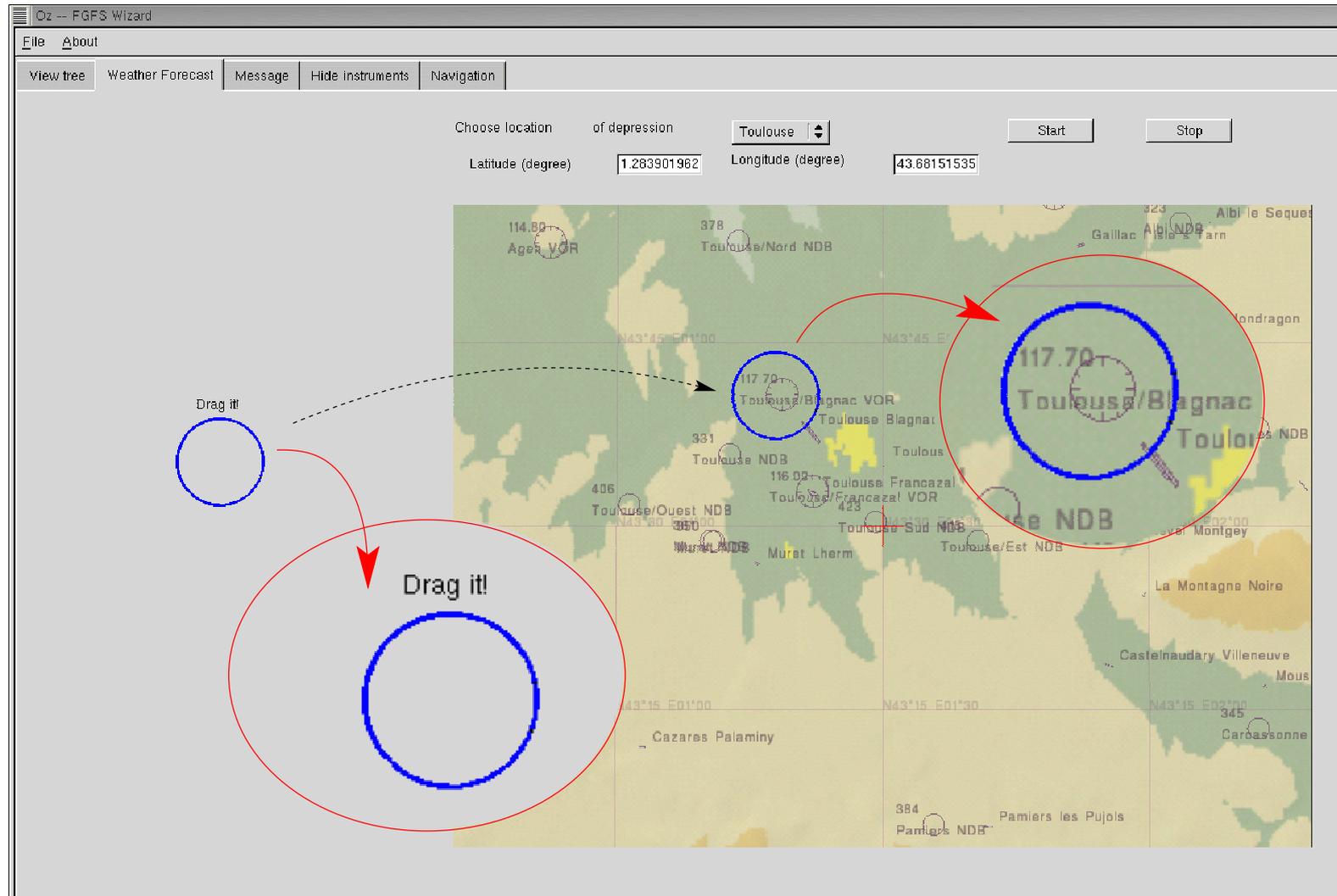
Contre-mesures cognitives :

- ▶ retrait du cadran sur lequel le pilote est focalisé ;
- ▶ envoi d'un message ;
- ▶ déclenchées par le magicien d'Oz.

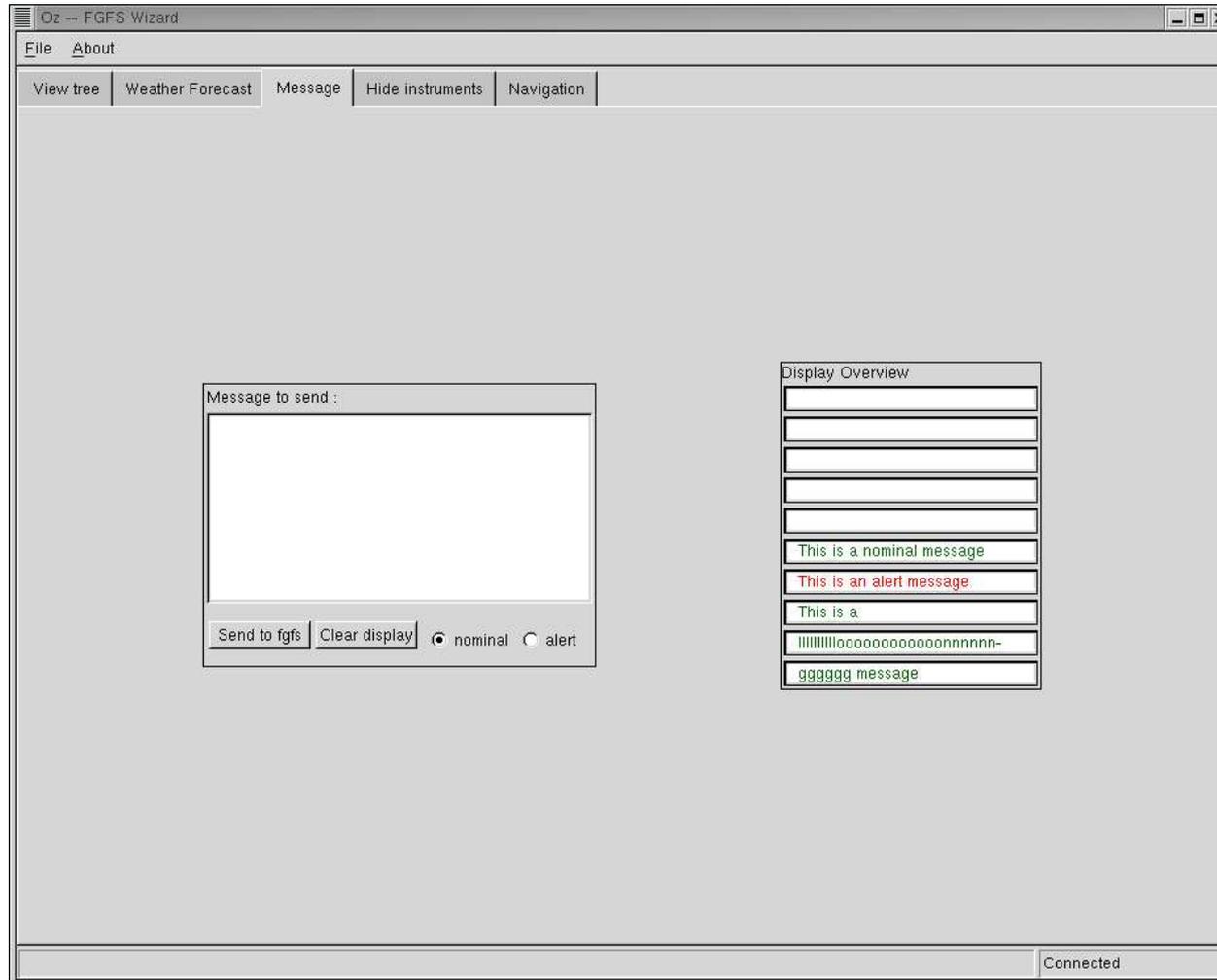
# Interface Magicien d'Oz, page 1



# Interface Magicien d'Oz, page 2



# Interface Magicien d'Oz, page 3



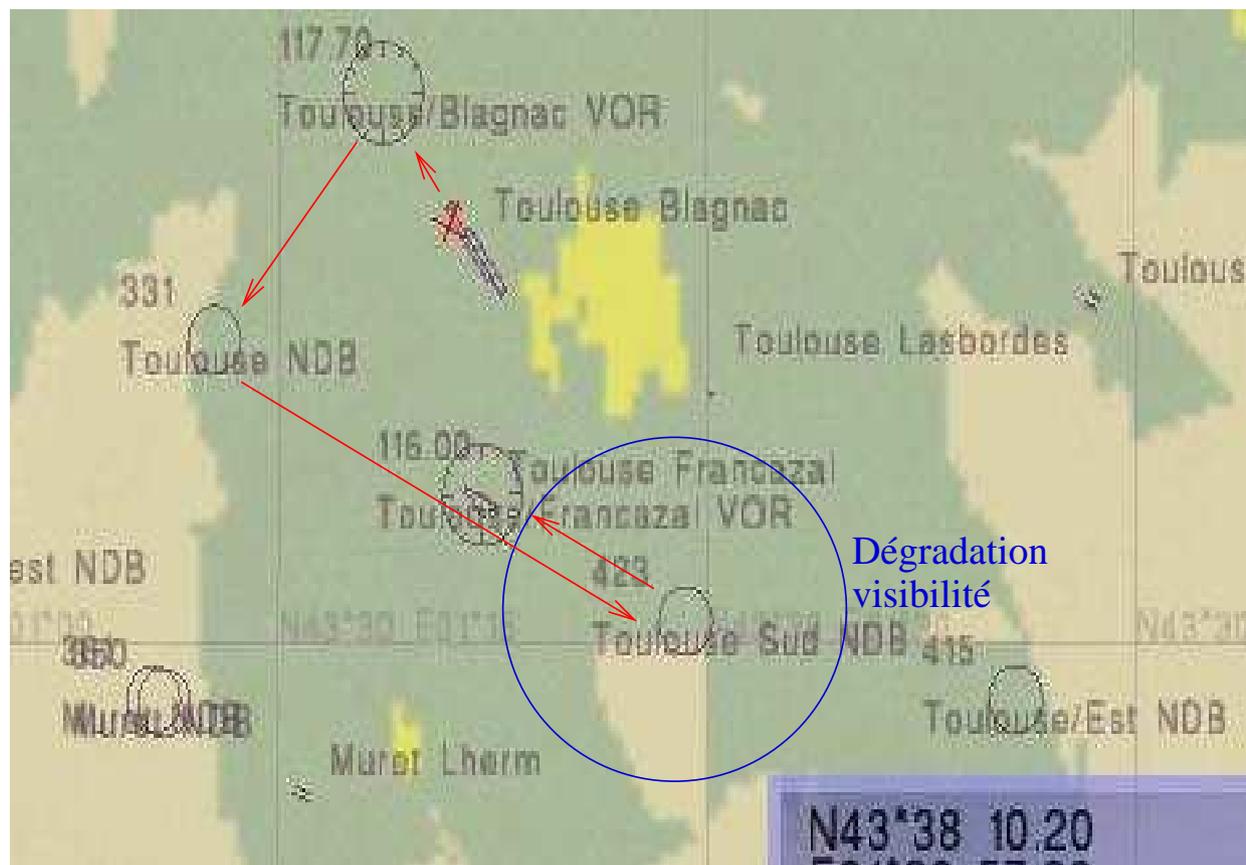
# Interface Magicien d'Oz, page 4



# Scénarios expérimentaux

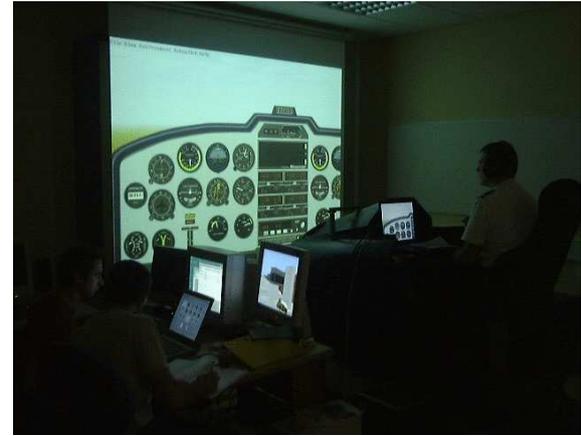
- ▶ mettre un agent en conflit : empêcher la réalisation d'un but important ;
- ▶ 3 scénarios basés sur la réalisation d'une mission dont le but final est impossible à atteindre ;
- ▶ consignes : faire la mission dans la mesure du possible, se comporter de la manière la plus réaliste possible, navigation à 2000 pieds ;
- ▶ explications sur le but des expés : analyse en temps réel du comportement du pilote à partir de ses paramètres de vol.

# Scénario 1



Navigation avec un atterrissage impossible à Francazal du fait que le terrain ne devient visible qu'au dernier moment

# Expérimentations



## Sans contre-mesures

| Pilote  | Scénario | Circuits | Résultats             |
|---------|----------|----------|-----------------------|
| Pilote1 | 2        | 3        | crash                 |
| Pilote2 | 1        | 3        | crash                 |
| Pilote3 | 1        | 1        | atterrissage chanceux |
| Pilote4 | 1        | 1        | crash                 |
| Pilote5 | 2        | 2        | atterrissage chanceux |
| Pilote6 | 1        | 2        | crash                 |
| Pilote7 | 1        | 1        | retour Blagnac        |

## Avec contre-mesures

| Pilote   | Scénario | Circuits | Résultats                  |
|----------|----------|----------|----------------------------|
| Pilote8  | 1        | 3        | contre-mesures inefficaces |
| Pilote9  | 1        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote10 | 1        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote11 | 1        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote12 | 2        | 3        | retour à Blagnac           |
| Pilote13 | 2        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote14 | 2        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote15 | 2        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote16 | 1        | 2        | contre-mesures inefficaces |
| Pilote17 | 1        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote18 | 2        | 2        | retour à Blagnac           |
| Pilote19 | 1        | 5        | contre-mesures inefficaces |
| Pilote20 | 2        | 2        | retour à Blagnac           |

# Résultats des expérimentations :

Scénario 3 :

| Pilote   | Contre-mesure | Résultat     |
|----------|---------------|--------------|
| Pilote21 | Oui           | Atterrissage |
| Pilote22 | Non           | Crash        |

- ▶ durant les expés, 9 pilotes ont commis des erreurs (mauvais réglages de la fréquence ADF, trains non rentrés ...), les contre-mesures les ont aidés à corriger leurs écarts ;
- ▶ les pilotes, lors du debriefing ont confié ne pas se souvenir d'avoir été "aidés" par les contre-mesures ;
- ▶ importance des messages envoyés puisque les messages à caractère négatif ne semblent pas compris (ex : don't land Francazal).

# Conclusion

“ Dans quelle mesure le conflit est-il un concept pertinent pour l'étude de la sécurité aérienne? ”

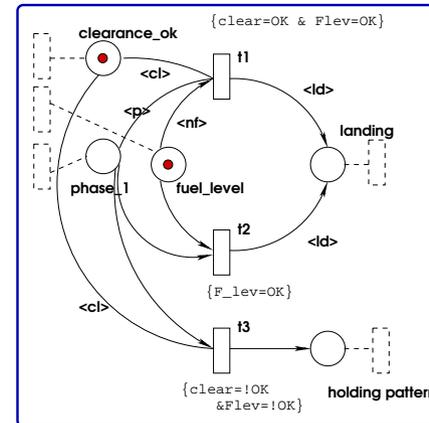
- ▶ analyse d'incidents : le conflit est un précurseur remarquable de dégradation de l'activité de pilotage ;
- ▶ élaboration d'un modèle générique ;
- ▶ première validation empirique : le conflit provoque un comportement émergent, “la persévération” ;
- ▶ proposition d'explications sur le lien entre conflit et persévération ;
- ▶ développement de contre-mesures et de Ghost, environnement expérimental ;
- ▶ première validation expérimentale des contre-mesures.

# Recherches en cours et perspectives

- ▶ adaptation de Ghost sur avion famille Airbus ;



Simulateur de vol d'Airbus (ENSAE)

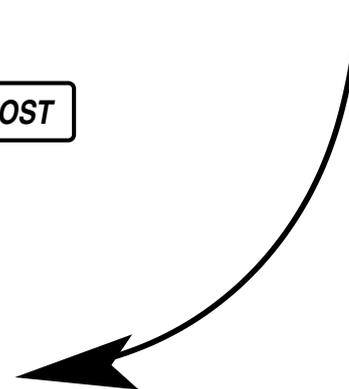


Kalmansymbol - aéro

SYSTEME GHOST



CONTRE-MESURES



# Recherches en cours et perspectives

- ▶ conflit :
  - ▶ modélisation dynamique du conflit avec un équipage,
  - ▶ étude de nouveaux comportements ;
- ▶ reproduire les expérimentations plus formellement :
  - ▶ contre-mesures (partielles, totales, erronées),
  - ▶ conflit (type, moment) ;
  - ▶ impliquer les pilotes.
- ▶ persévération : neurosciences fonctionnelles.

# Recherches en cours et perspectives

- ▶ Fabrice Schwach [GHOST]
- ▶ Olivier Grisel [GHOST + suivi de situation]
- ▶ Charles Lesire [suivi de situation]
- ▶ Cyril Payerne [suivi de situation]
- ▶ Olivia Toussaint [portabilité de GHOST sur Airbus]
- ▶ Thomas Lévêque [GHOST simu Supaéro]
- ▶ Sylvain Bar [GHOST simu Supaéro]