



direction
générale
de l'Aviation
civile

centre
d'Études de
la navigation
aérienne

La gestion de la circulation aérienne (ATM) 20 (40) ans d'efforts et perspective

Onera - Toulouse - 26 Novembre 2003

Jean-Marc Alliot
Dominique Colin de Verdière



Introduction

40 ans passés

Le futur

L'automatisation



40 ans passés

Le futur

L'automatisation

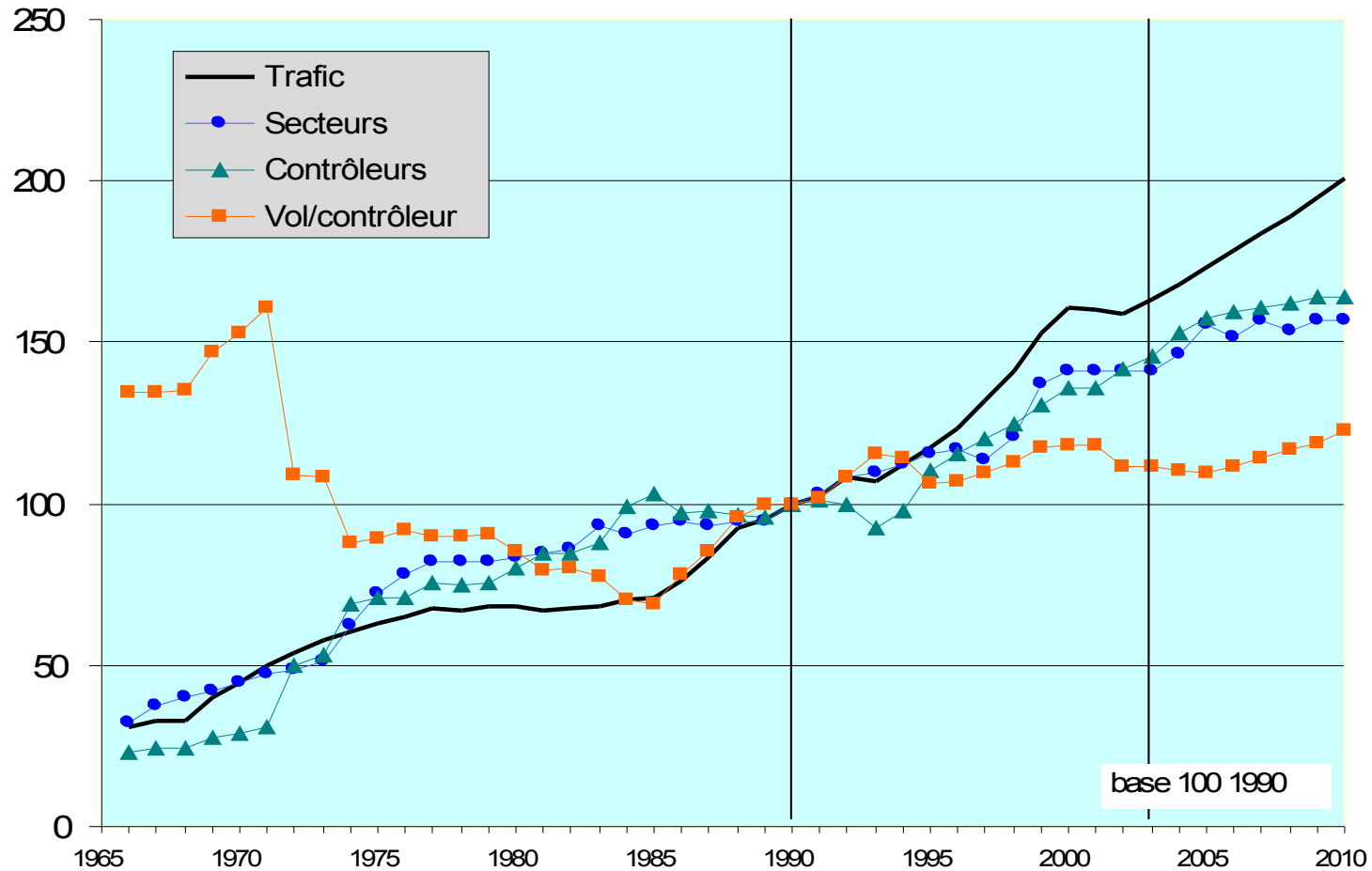


40 ans d'assistance automatisée en France : Historique Cautra

1960	Cautra 1	Traitement plan de vol Impression des strips
1965	Cautra 2	
		Traitement radar
1970	Cautra 3	Image radar renseignée
		Digitatron
		Filet de sauvegarde
1980	Cautra 4	Coordination automatisée
		Régulation de trafic national
1990	Cautra 4.1	
		Maestro - Aide au séquençement Régulation européenne du trafic (CFMU)
2000	Cautra 4.2	ODS-nouveau poste de travail du contrôleur



40 ans : Evolution trafic, contrôleurs, secteurs



Quelques leçons de ces 40 ans

- ◆ Le système et son automatisation
 - a assuré la sécurité
 - a permis de faire passer le trafic - mais avec souvent quelques années de retard.
- ◆ La **fiabilité** est une exigence très importante à la fois pour la sécurité, mais aussi pour la régularité.
- ◆ **L'évolution est lente** et seules des transitions douces ont été réalisables.
- ◆ L'expression des **besoins réels** et les spécifications des systèmes sont difficiles.
- ◆ **Le coût et les délais** des développements nouveaux ont crû de manière exponentielle.

40 ans passés

Le futur

L'automatisation



Exemples de projets d'automatisation avancée

◆ Projets centralisés au sol

- **Aera** (FAA- Mitre)
- **Arc2000** (Eurocontrol CEE)
- **Cats** (CENA)

◆ Projets d'avions autonomes

- **K Zeghal** (Onera)
- **Freer** (Eurocontrol)
- **Faces** (CENA)

◆ Leçons

- **Le quoi sans dire le comment**
- **Les limites des modèles de simulation**
- **Nature du problème et de sa solution.**

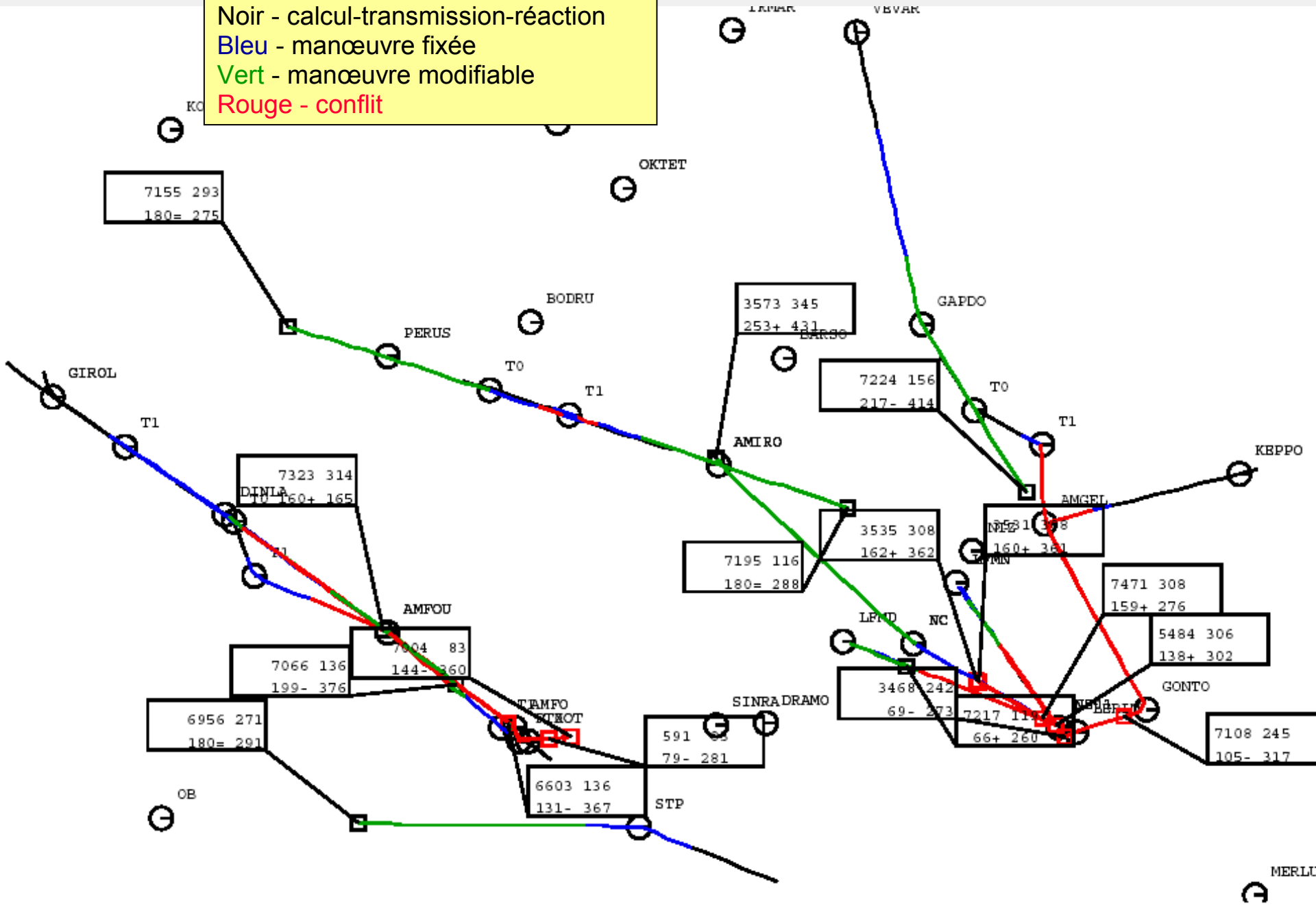
Cats- avant résolution

Noir - calcul-transmission-réaction

Bleu - manœuvre fixée

Vert - manœuvre modifiable

Rouge - conflit

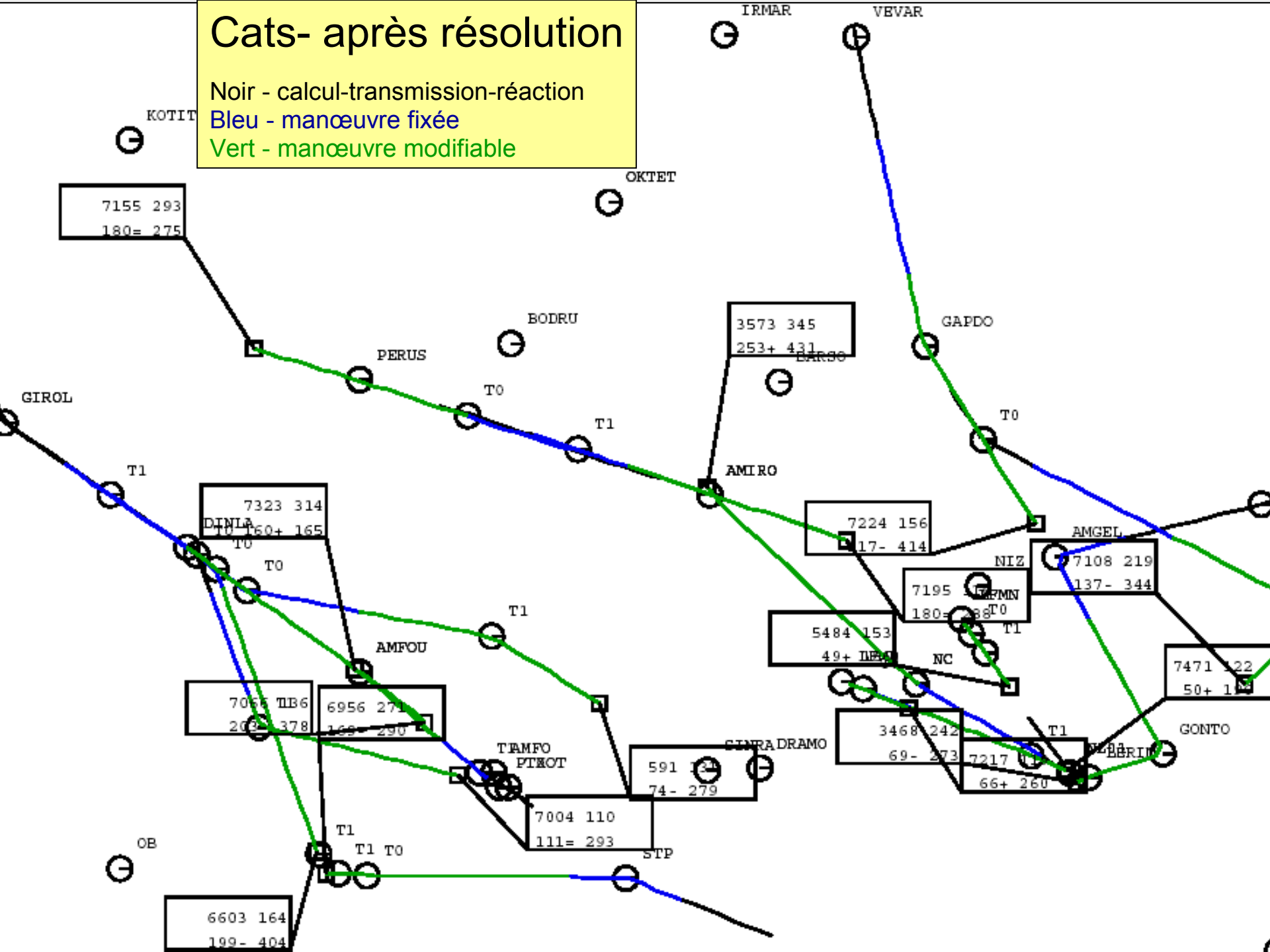


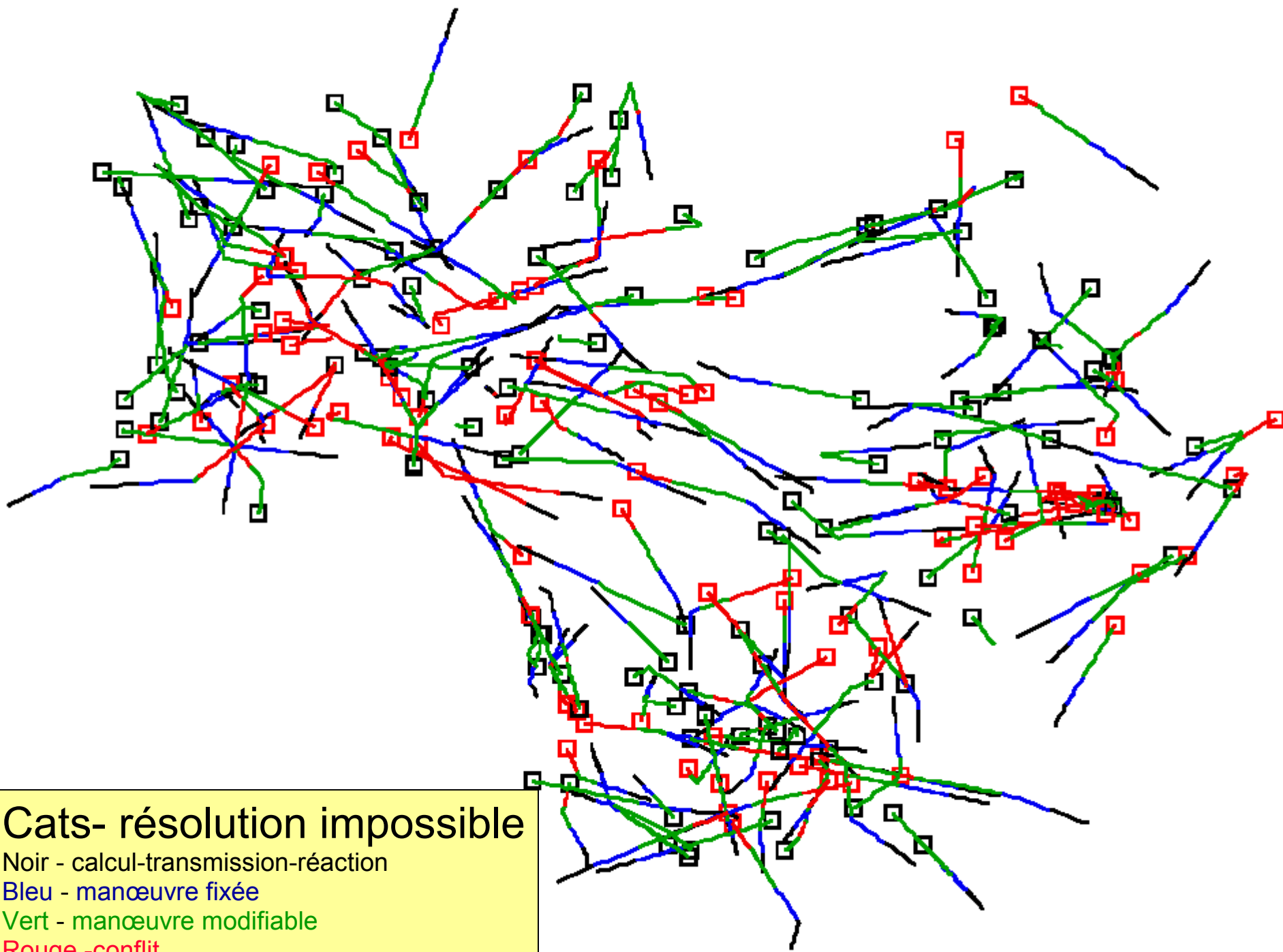
Cats- après résolution

Noir - calcul-transmission-réaction

Bleu - manœuvre fixée

Vert - manœuvre modifiable

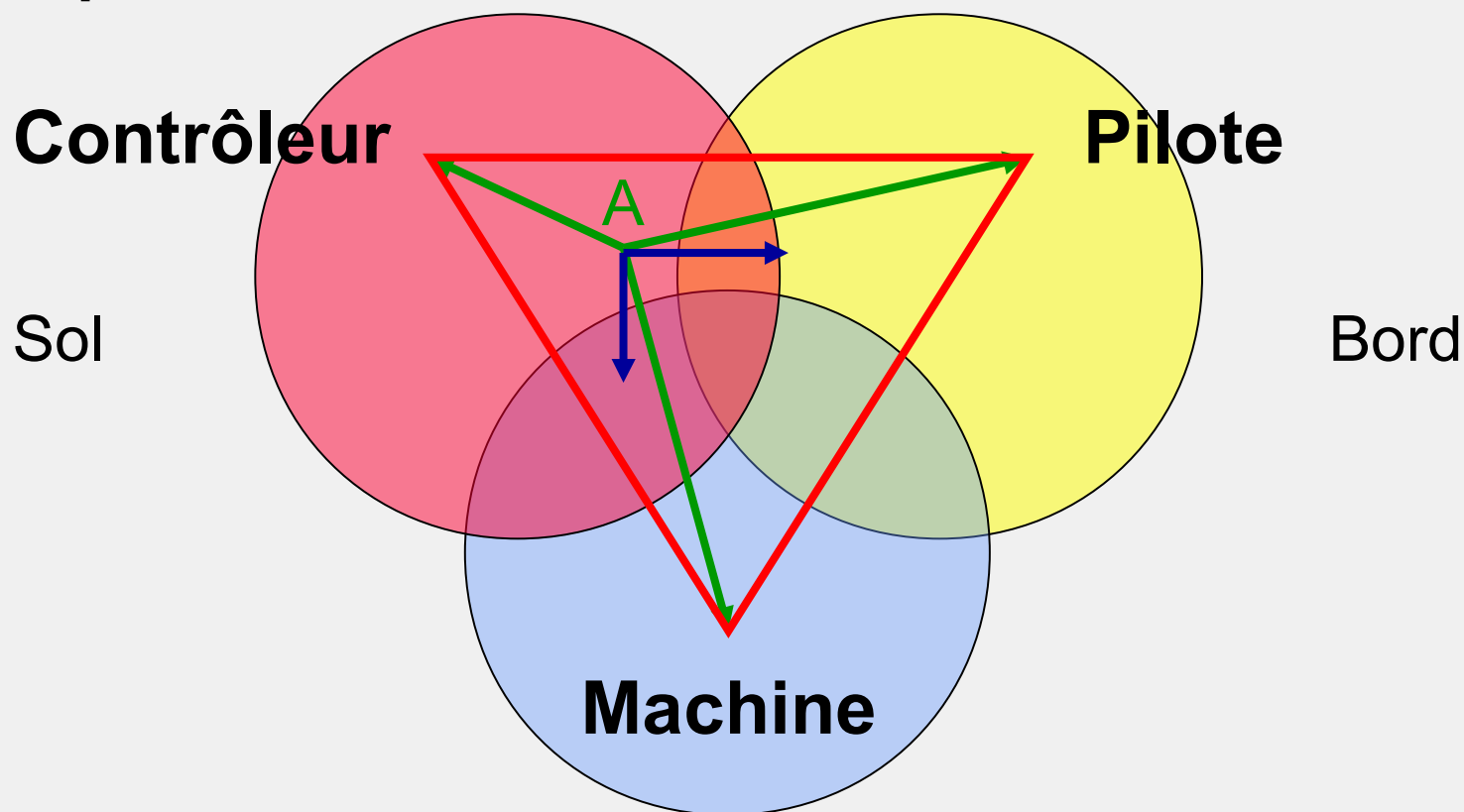




Cats- résolution impossible
Noir - calcul-transmission-réaction
Bleu - manœuvre fixée
Vert - manœuvre modifiable
Rouge - conflit

Scénarios pour le futur

◆ Répartition des tâches dans l'ATM



Scénarios pour le futur

◆ Gestion de trajectoires 4D

- Avions de lignes
- Espaces, liaisons et aéroports désignés
- Objectif : ponctualité et optimisation
- Ex : Projet PHARE- Boeing ATM

◆ Avions autonomes

- Aviation générale et régionale
- Espace peu dense
- Objectif : liberté, souplesse, faible coût
- Ex : SATS de la NASA, Freer...

40 ans passés

Le futur

L'automatisation



Pourquoi l'automatisation ?

- ◆ **Augmenter les performances :**
 - **la sécurité,**
 - **la capacité**
 - Dans les zones à haute densité et
 - sur les aéroports saturés
 - **l'efficacité du système**
 - Optimisation
 - Coût direct et indirect
 - **+ Environnement + Sûreté + Flexibilité...**
 - **Nécessité de faire des choix (trade-off)**



Où ? le domaine d'application

- ◆ Pour l'ATC :

- **Aéroports, les approches ou l'En-route**

- ◆ Mais aussi pour :

- **la gestion de l'espace aérien (ASM) et**

- **la gestion des flux (ATFM),**

- **l'information aéronautique ou l'information de vol.**

- ◆ **Les systèmes embarqués contribuent eux-mêmes à l'automatisation.**



Niveau d'automatisation

◆ De la présentation d'information à la décision

○ Information

- Acquisition, transmission, lissage, intégration et filtrage, présentation de l'information
- Échanges d'information
- Aide à la décision et à la planification

○ Supervision des systèmes et des Hommes

○ Prise de décision

- Décision

Acquisition, transmission, lissage,
intégration et filtrage, présentation de
l'information

Échanges d'information entre acteurs

Supervision des systèmes et des
Hommes

Aide à la décision et planification

Plan de vol

Prévision de trajectoire

Filtrage d'information

Position des avions (radar, ADS-B)

Paramètres avions descendants

Intention de vols

Coordination automatique > transfert de fréquence

Transmission des instructions

Filets de sauvegarde

Cohérence plan de vol sol-bord

Monitoring de trajectoire

Planification multisecteurs

Détection de conflit

Agenda du contrôleur

Les difficultés

◆ Caractéristiques spécifiques

- **Systeme complexe et ouvert**
- **Incertitude - intentions des opérateurs et environnement et machines**
- **Sécurité => Responsabilité**

◆ Transition

- **Choix : difficulté d'évaluation a priori de l'impact sur les performances dont la sécurité**
- **Évolution du rôle et des métiers (Contrôleur, pilote)**
- **Évolution des flottes d'avions et de leur équipement**
- **Intéropérabilité dans l'espace et dans le temps**

Conclusion

- ◆ **ATM** = Traitement de l'information
Évolution de l'ATM = **Automatisation**
- ◆ Comment la mettre en œuvre de **manière sûre et efficace** dans un **système complexe** comportant une multitude d'agents machines et humains évoluant à des rythmes différents ?
- ◆ L'évolution sera lente et continue.
- ◆ **Trajectoire 4D** et **avions autonomes** voire l'hybridation des deux sont le futur de l'ATM.
- ◆ Les **coûts des systèmes embarqués** seront déterminant dans l'évolution.



Aphorismes d'origines humaines mais incertaines

- ◆ « *L'incertitude est la raison d'être du contrôleur* »
et est très mal gérée par les automatismes.
- ◆ « *Dans les systèmes automatisés l'Homme est là pour corriger les erreurs humaines* ».
- ◆ « *L'Homme est la raison d'être de l'automatisation* »
- ◆ « *Que le monde serait beau, si l'Homme n'existait pas* »

