



Opérationnalisation du Processus d'Aide à la Décision

AIDE 2012

**Igor Crévits
Alexis Tsoukiàs**





Gestion du trafic aérien

Objectifs

- **Satisfaire la demande d'utilisation de l'espace**
 - Utilisation de routes aériennes
 - Demandes des compagnies aériennes
- **Garantir la sécurité**
 - Exécution sûre, rapide et efficace des vols

Moyens

- **Organisationnels**
 - Balises et routes
 - Structuration de l'espace (secteurs et couches de 1000 pieds)
- **Opérationnels**
 - Information, alerte et contrôles (survol, approche et aéroport)





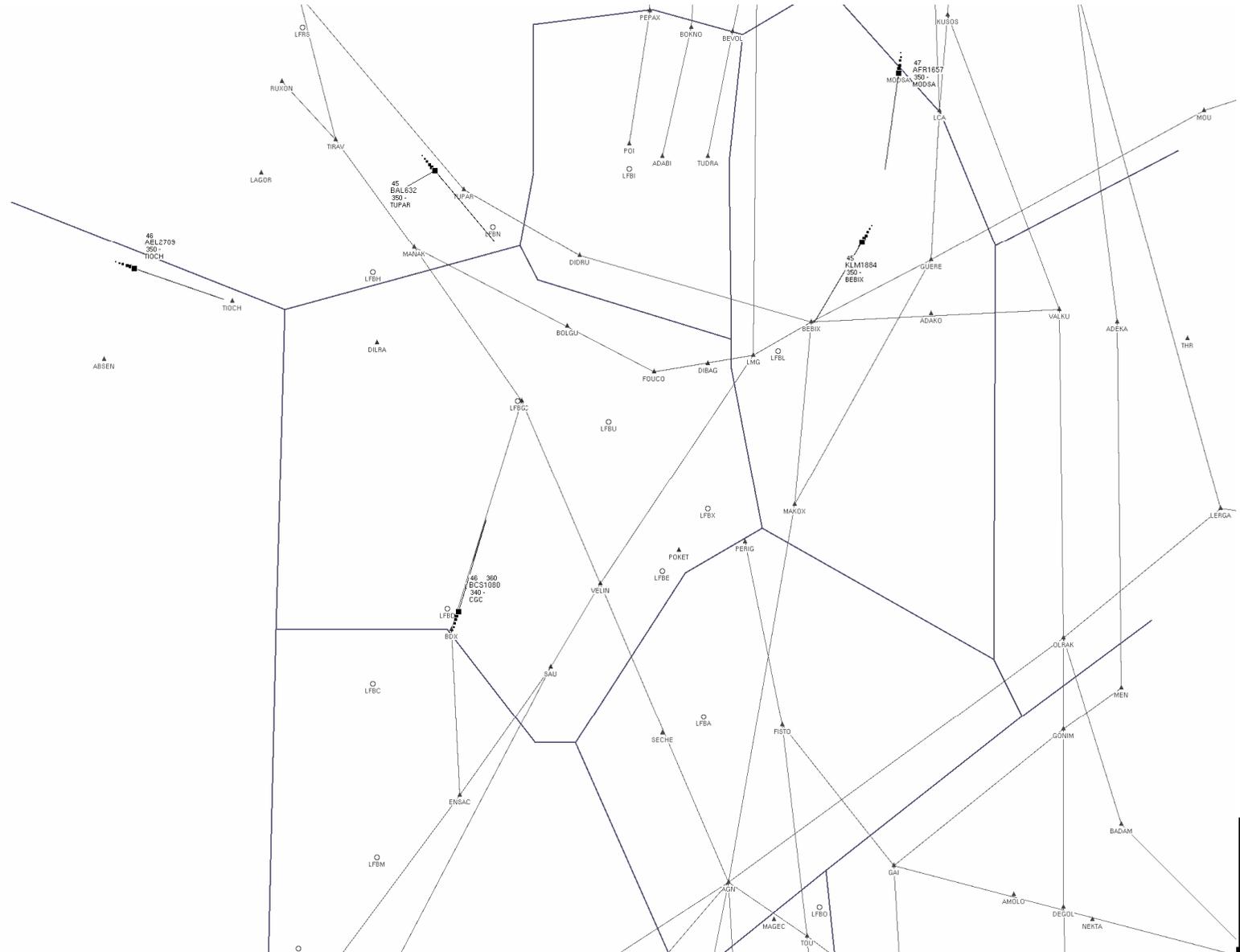
Contrôle en-route...

Une position de contrôle par secteur

- Moyens humains
 - Contrôleur organique
 - Contrôleur radar
- Moyens techniques
 - Vue radar
 - Tableaux de strips
- Gestion du déroulement du vol
 - Du croisement des routes...
 - ... au croisement des vols (conflits et airmiss)

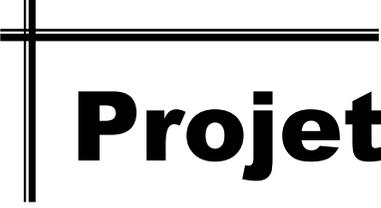


... contrôle en-route...



... contrôle en-route

BCS1080 A340 LEMD 340	463 EBBR 340-340	BDX 17:1	CGC 17:25	BOLGU 17:28	ADABI 17:34	BOKNO 17:36	ADABI 360 C2	
AEL2789 B763 MMUN 350	460 C2 LMC 350-350		TIOCH 17:21	CGC 17:31	350	FOUCO 17:35	LMG 17:39	LMG L2
BAL632 B752 EGGD 350	452 C2 LEPA 350-350	NTS 17:1	TUPAR 17:19	CGC 17:26	350	VELIN 17:33	SECHE 17:38	SECHE X2
AFR1657 A310 LFPG 350	467 L2 GQNN 350-350	MODSA 17:1	BEBIX 17:26	LMG 17:28	350	VELIN 17:37	SAU 17:40	PPN Z2
KLM1884 B739 EHAM 350	454 L2 LEMD 350-350	LCA 17:19	BEBIX 17:21	LMG 17:23	350	VELIN 17:32	SAU 17:35	PPN Z2



Projets d'automatisation...

Problème

- Faire face à l'accroissement du trafic

Approches

- Résolution globale
- Planification et asservissement des vols
- Résolution de conflits complexes et optimisation des mouvements
- Résolution de conflits simples



... projets d'automatisation...

Eclairage sur le problème

- **Modification des dispositions organisationnelles insuffisante**
 - **Ajustements possibles dans la limite de la structuration du trafic**
- **Modification des objectifs de la structuration du trafic insatisfaisante**
 - **Allongement des routes incohérent avec les contraintes économiques des compagnies**
 - **Etalement des horaires incohérent avec les besoins des passagers**
- **Accroissement de la capacité opérationnelle à gérer les conflits**
 - **Sans modification du contexte technologique supporté par les compagnies**
- **Problème vu du point de vue des objectifs et du résultat**
 - **Importance de la place du contrôleur négligée**



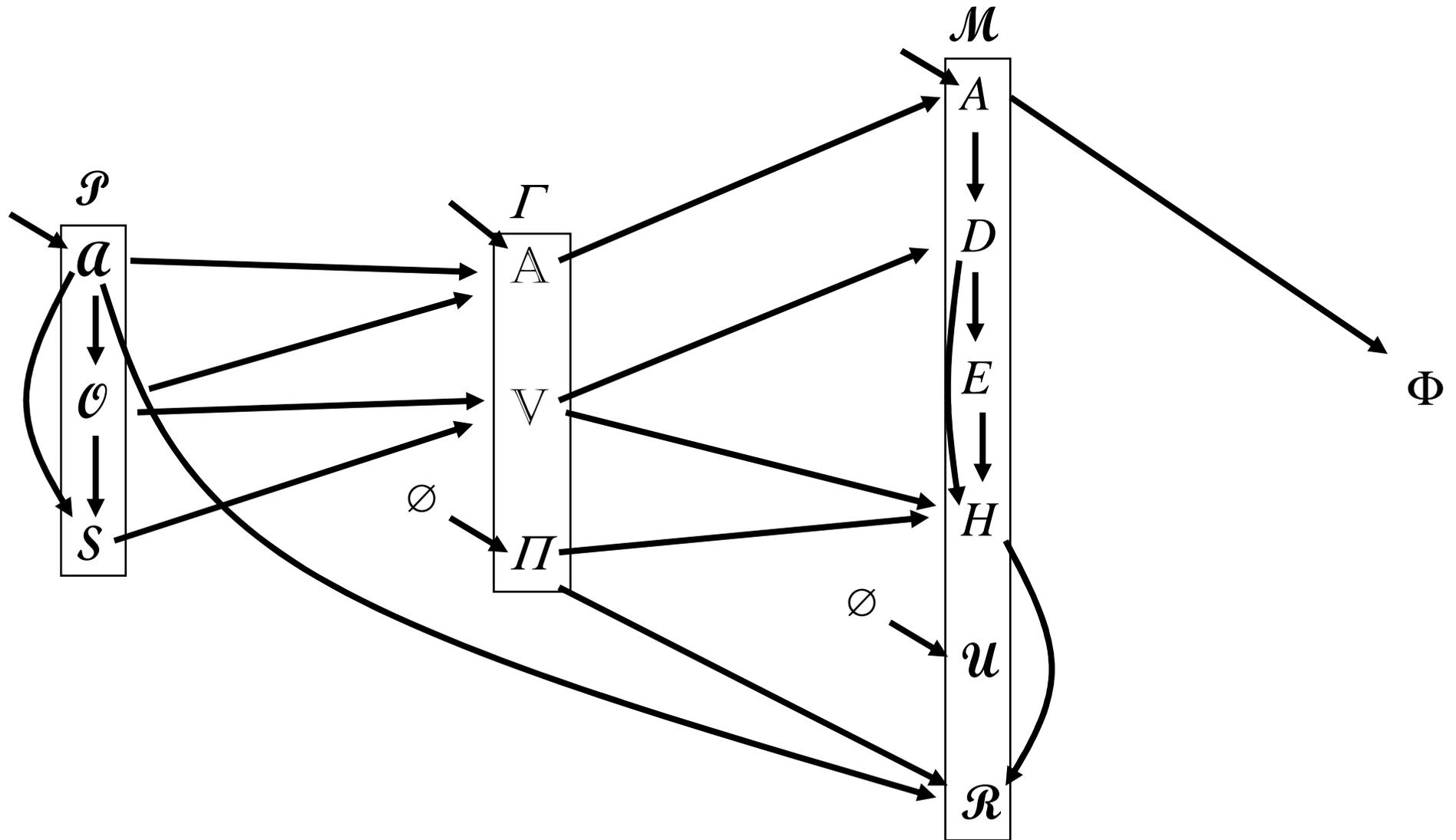
... projets d'automatisation

Coopération Homme-Machine

- Un problème de supervision
- Introduction d'un système automatique de gestion partielle ou totale de conflits binaires
- Délestage au besoin par le contrôleur ou automatiquement
- Quelques incohérences flagrantes inacceptables...
 - ... en provenance du système
 - Gestion de conflits binaire vue par une approche orientée résultat
- Approche orientée processus
 - Aide à la décision



Processus d'aide à la décision...





Gestion de conflits...

Objectif de la gestion

- Rétablir la séparation des vols

Etales séquentielles de gestion

- Objectif
 - Structurer la complexité du trafic
 - Structurer l'intervention
- Identification des situations conflictuelles
 - Détection
- Accroissement de l'écart entre les vols
 - Résolution
- Mise en œuvre d'une déviation
 - Ordre
- Restauration des paramètres de vols
 - Remise sur route





... gestion de conflits...

Particularités

- **Temps de transit des vols court (une vingtaine de minute)**
 - Temps avant airmiss inférieur
- **Plusieurs conflits simultanés**
 - États d'avancement différents
- **Autres activités**
 - Transits simples
 - Surveillance globale
- **Compression des étapes de gestion**



... gestion de conflits...

Structure de la gestion des conflits

- **Analyse du processus décisionnel**
 - Représentations due à l'éloignement du trafic
 - Éléments sur lesquels s'appuie le contrôleur pour gérer les conflits
 - Processus décisionnels acquis par formation
 - Contexte supervision : relations et cohérence entre problème, décision, action et réaction (effets avérés)
- **Modélisation par le processus d'aide à la décision**
 - Représentation du problème, des décisions et des effets de gestion
 - Rationalité procédurale avec le contenu ATC
 - Insertion dans les dispositions de gestion
 - Client : DGAC
 - Décideur : contrôleur aérien

Aides à la gestion des conflits...

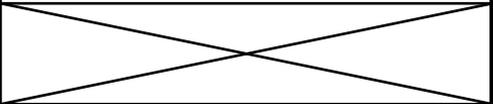
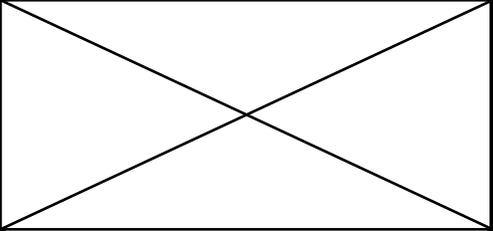
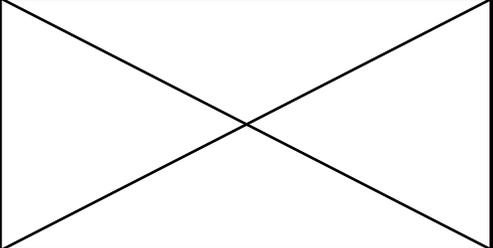
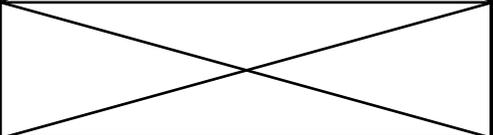
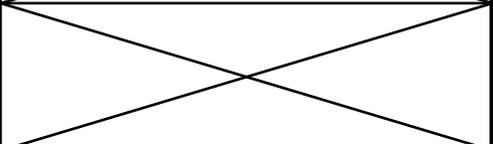
Trois problèmes séquentiels séparables reliés de façon cohérente

- Détection
 - Configuration du conflit
 - Contexte du conflit
- Résolution
 - Influence du contexte
 - Plusieurs possibilités
- Ordre
 - Influence de la situation contrôlée
 - Plusieurs possibilités
- Dynamique de la situation
 - Ajustement de la gestion

Accentuation des effets de gestion des conflits

- Conception d'aides à la décision
- Modélisation par le processus d'aide à la décision (uniquement \mathcal{P} et \mathcal{D})

... aides à la gestion des conflits

		\mathcal{P} Détection	Γ Résolution	\mathcal{M} Ordre	Φ Remise sur route
\mathcal{P}	\mathcal{A}	Contrôleur radar	Contrôleur radar	Contrôleur radar	Contrôleur radar
	\mathcal{O}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energie ■ Élégance 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Régularité 	
	\mathcal{S}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ecart d'estimées avions insuffisant ■ Distance de séparation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ordre de passage ■ Trafic environnant ■ Résolution naturelle la plus adaptée 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ecart à l'estimée et règles de gestion ■ Trafic environnant ■ Normes contrôleur ■ Annotation du strip 	
Γ	\mathcal{A}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Représentation du conflit par le triplet avions balises ■ Ecart d'estimée ■ Distance de séparation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Représentation des avions influant les résolutions naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présentation du premier ordre produisant la séparation ■ Représentation de l'ordre sur la route ■ Ordre automatique 	
	\mathcal{V}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Distance de séparation du conflit 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Distance de séparation des avions influant 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ecart à l'estimée ■ Distance de séparation produite par l'ordre 	
	\mathcal{II}	<ul style="list-style-type: none"> ■ Description 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rangement ■ Tri ■ Description 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rangement ■ Description 	

Synthèse...

$$|a| = 1, |\mathcal{O}| = 2$$

De la structure de la décision (et des engagements)...

- Des valeurs...
 - \mathcal{O}_d
- ... aux opinions...
 - \mathcal{O}_r
- ... aux vraisemblances
 - \mathcal{O}_o

... à la structure de l'aide

- D'une seule description d'un problème absolu...
 - Π_d
- ... à une solution élégante pour le pilote et économe pour le contrôleur...
 - Π_r
- ... à un ordre conforme à la pratique régulière
 - Π_o

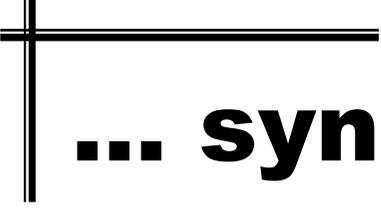


... synthèse...

Régularisation des décisions par l'aide

- Cohérence entre S , Π et \mathcal{R}
 - Forte constitution de la décision
 - Accroissement de rationalité procédurale
 - Problème plus générale de robustesse (maintien du niveau, maturité)
- Intégration de nouvelles valeurs
 - Augmentation du trafic dans la gestion du trafic (et des conflits)
 - Nouvelle agrégation monotone basée sur une agrégation existante





... synthèse

Eclairage du problème par l'aide à la décision

- **Regard historique sur les projets**
 - **Dominance des valeurs dans l'automatisation totale**
 - **Une partie des opinions dans la coopération homme-machine**
 - **Prise en compte de la vraisemblance dans l'aide à la décision**
 - **Cheminement dans le problème identique au cheminement dans la décision**
- **Un projet est une aide à la décision**
 - **Un moyen pour le client d'exprimer (voir de découvrir) le problème**
 - **Un point de départ pour une nouvelle aide**
- **Aide à la décision fragmentaire**



Aide à la décision...

Intégration

- Agrégation
 - La première au sein de la décision : valeurs, opinions et vraisemblances
- Puis le modèle
- Venustas

Outils

- Modèle
 - Informatique décisionnelle, fouille de données, simulation, systèmes interactifs
 - ...
- Accroissement de rationalité
- Firmitas

... aide à la décision

Décisions dans tous les domaines

- L'aide à la décision ne se réduit à l'application de modèles de la théorie de la décision
 - La pratique renseigne l'aide à la décision
- Situation
 - Superposition de contextes théoriques et pratiques
- Utilitas

Architecture de la décision

- Venustas Firmitas Utilitas
- Vitruve

