

# Prototype de recherche LGP-EMAC

## Présentation et illustration sur un avion de tourisme

É. KUNTZ, A. ROBERT and É. VAREILLES

M. Aldanondo, S. Carbonnel, T. Coudert, P. Gaborit, L. Geneste

Réunion ATLAS, 12 juillet 2011



- ① Présentation du prototype de recherche LGP-EMAC
- ② Prototype
- ③ Exemple : Avion de tourisme
- ④ Regard critique sur le prototype



- ① Présentation du prototype de recherche LGP-EMAC
  - Le pourquoi
  - Le comment
- ② Prototype
- ③ Exemple : Avion de tourisme
- ④ Regard critique sur le prototype



# Objectifs du travail :

## Preuve de concepts sur certains types de couplage :

- Couplage par des connaissances méthodologiques :
  - couplage structurel : ajout de couple d'entité système et projet  $\Rightarrow$  OK,
  - couplage informationnel : synchronisation des attributs des entités système et projet  $\Rightarrow$  OK,
  - couplage décisionnel : construction de tableaux de bord à partir des attributs des entités système et projet  $\Rightarrow$  KO,
- Couplage par des connaissances métier :
  - couplage par réutilisation de cas : utilisation du RàPC pour rechercher les conceptions similaires  $\Rightarrow$  OK,
  - couplage par contraintes : utilisation des contraintes pour la propagation des décisions  $\Rightarrow$  OK,



## Développement du prototype :

### Intégration de plusieurs modules :

- version allégée de la maquette *WP1* du LGP développée en Ruby,
- intégration du moteur de filtrage *CoFiADe* du CGI développé en Perl,
- intégration du moteur de planification du *WP2*, développé en Ruby.

### Développements spécifiques en Ruby on rails :

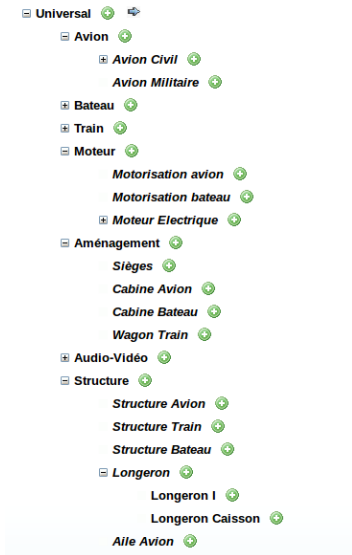
- IHM pour la description de l'ontologie,
- IHM pour la partie conception système et planification de projet,
- graphe d'états et IHM de saisie des attributs,
- similarité et IHM de recherche de conceptions similaires,
- IHM de saisie de contraintes.



- 1 Présentation du prototype de recherche LGP-EMAC
- 2 Prototype
  - Ontologie de concepts
    - Structure de l'ontologie
    - Détails des concepts
  - Graphe de projet
  - Contraintes de couplage
- 3 Exemple : Avion de tourisme
- 4 Regard critique sur le prototype



# Présentation de l'ontologie



## Concept Avion : variables, domaines

|          |                  |        |                                 |
|----------|------------------|--------|---------------------------------|
| amenag   | Aménagement      | type   | "base"<br>"medium"<br>"premium" |
| finition | Finition         | type   | "confort"<br>"luxe"             |
| nbsieges | Nombre de sièges | nombre | 8<br>6<br>4                     |
| poussee  | Poussée          | puiss  | 8<br>6<br>4                     |
| rayon    | Rayon d'action   | km     | 1000<br>700<br>400              |
| taille   | Taille           | type   | "courte"<br>"longue"            |
| vitesse  | Vitesse          | km/h   | 400<br>300<br>200               |





# Concepts Cabine, Structure et Moteur : variables, domaines

## Concept Cabine

|        |             |      |                                 |
|--------|-------------|------|---------------------------------|
| amenag | Aménagement | type | "base"<br>"medium"<br>"premium" |
| assise | Assise      | type | "siège"<br>"fauteuil"           |
| audio  | Audio       | type | "base"<br>"high-tech"           |

## Concept Structure

|        |        |      |                      |
|--------|--------|------|----------------------|
| taille | Taille | type | "courte"<br>"longue" |
|--------|--------|------|----------------------|

## Concept Moteur

|         |         |       |             |
|---------|---------|-------|-------------|
| poussee | Poussée | puiss | 8<br>6<br>4 |
|---------|---------|-------|-------------|



# Concepts Siège et Audio : variables, domaines

## Concept Siège

|        |        |      |                       |
|--------|--------|------|-----------------------|
| assise | Assise | type | "siège"<br>"fauteuil" |
|--------|--------|------|-----------------------|

## Concept Audio

|       |       |      |                       |
|-------|-------|------|-----------------------|
| audio | Audio | type | "base"<br>"high-tech" |
|-------|-------|------|-----------------------|



# Concept Aile : variables, domaines

## Concept Aile

|             |             |        |                                     |
|-------------|-------------|--------|-------------------------------------|
| charge      | Charge      | tonnes | [8, 15]                             |
| cout        | Coût        | euros  | [0, 1000000]                        |
| largeur     | Largeur     | metre  | [0, 1000000]                        |
| longueur    | Longueur    | metre  | [0, 1000000]                        |
| masse       | Masse       | kg     | [0, 1000000]                        |
| profil_aile | Profil Aile | type   | "ProfilA"<br>"ProfilB"<br>"ProfilC" |
| taille      | Taille      | type   | "courte"<br>"longue"                |



# Concept Longeron I : variables, domaines

## Concept Longeron I

|                    |                        |        |  |
|--------------------|------------------------|--------|--|
| accroche_longeron  | Accroche longeron      | type   | "rectangulaire"<br>"carre"                       |
| charge             | Charge                 | tonnes | [8, 15]  |
| cout               | Coût                   | euros  | [0, 1000000]                                     |
| epaisseur_accroche | Epaisseur à l'accroche | cm     | [5, 20]  |
| epaisseur_bout     | Epaisseur en bout      | cm     | [5, 20]  |
| hauteur            | Hauteur                | cm     | [10, 50]   |
| longueur_longeron  | Longueur longeron      | metre  | [8, 10]  |
| masse_longeron     | Masse Longeron         | kg     | [60, 300]  |
| materiau           | Materiau longeron      | type   | "carbone"<br>"acier"                             |
| nom_concept        | Nom concept            | texte  | "Longeron_Caisson"<br>"Longeron_I"<br>"Longeron" |
| nombre_longerons   | Nombre de longerons    | unité  | [1, 5]   |



# Contraintes de conception

## Concepts Avion et Cabine : contraintes

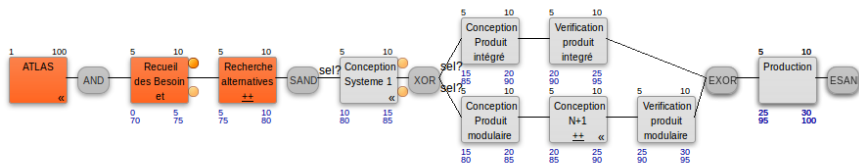
| Avion    |         |        | Avion    |        |          |
|----------|---------|--------|----------|--------|----------|
| NB siège | Vitesse | Poussé | NB siège | Taille | Finition |
| 4        | 200     | 4      | 4        | courte | confort  |
| 4        | 300     | 6      | 4        | courte | luxe     |
| 4        | 400     | 8      | 6        | courte | confort  |
| 6        | 200     | 4      | 6        | longue | luxe     |
| 6        | 300     | 6      | 8        | longue | confort  |
| 8        | 200     | 8      |          |        |          |

| Avion    |       |         | Cabine  |          |           |
|----------|-------|---------|---------|----------|-----------|
| Finition | Rayon | Amenag  | Amenag  | Assise   | Audio     |
| Confort  | 400   | base    | base    | siège    | base      |
| Confort  | 700   | base    | medium  | siège    | high-tech |
| Confort  | 1000  | medium  | premium | fauteuil | high-tech |
| Luxe     | 400   | premium |         |          |           |
| Luxe     | 700   | premium |         |          |           |
| Luxe     | 1000  | premium |         |          |           |



# Graphe projet générique

## Tâches du projet générique



# Concepts Avion et Cabine : contraintes

## Concept Avion

| C1       |        | C2        |        | C3        |             |          |
|----------|--------|-----------|--------|-----------|-------------|----------|
| Finition | RBET   | NB Sièges | CPM    | NB Sièges | Rayon       | CN+1     |
| confort  | [2, 4] | 4         | [2, 3] | 4         | $\leq 600$  | [10, 12] |
| luxe     | [3, 5] | 6         | [3, 4] | 4         | [600, 1000] | [12, 14] |
|          |        | 8         | [4, 5] | 6         | $\leq 1000$ | [14, 16] |
|          |        |           |        | 8         | $\leq 600$  | [16, 18] |
|          |        |           |        | 8         | [600, 1000] | [18, 20] |

## Concept Cabine

| C1      |          | C2      |        |
|---------|----------|---------|--------|
| Amenag  | CPI      | Amenag  | CPM    |
| base    | [5, 8]   | base    | [2, 3] |
| medium  | [8, 12]  | medium  | [3, 4] |
| premium | [12, 15] | premium | [4, 5] |



# Concepts Motorisation et Structure : contraintes

## Concept Motorisation

| C1      |        | C2      |        |
|---------|--------|---------|--------|
| Poussée | RBET   | Poussée | CPI    |
| 4       | [1, 2] | 4       | [1,2]  |
| 6       | [2, 3] | 6       | [2, 3] |
| 8       | [3, 5] | 8       | [3, 5] |

## Concept Structure, Siège et Audio

| Structure    |         | Siège    |        | Audio     |        |
|--------------|---------|----------|--------|-----------|--------|
| Taille       | CPI     | Assise   | CPI    | Audio     | CPI    |
| courte       | [4, 7]  | siège    | [3, 4] | base      | [3, 4] |
| courtelongue | [7, 10] | fauteuil | [4, 5] | high-tech | [4, 5] |



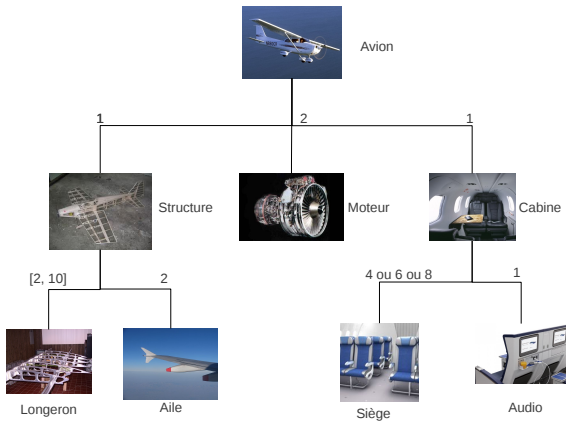


- 1 Présentation du prototype de recherche LGP-EMAC
- 2 Prototype
- 3 Exemple : Avion de tourisme
  - Architecture système
  - Scenario de test
  - Exemple complet
  - Couplage informationnel
  - Couplage par réutilisation
  - Couplage par réutilisation
- 4 Regard critique sur le prototype



# Nomenclature du système

## Nomenclature générique



# Nouveau projet de conception d'un avion

## Coté Conception Système

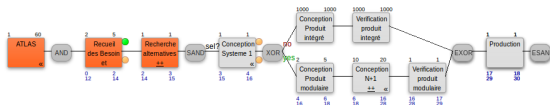
- Association du concept Système : concept AVION.
- Recopie des variables, domaines et contraintes de conception associés.
- Attribut de faisabilité des exigences bloqué à ND.
- Ajout d'une variable de conception : Zone Cargo avec 3 valeurs  $2m^3$ ,  $4m^3$ ,  $8m^3$  et liée par une contrainte à NB Sièges.
- Propagation interne à l'environnement → RIEN DE CHANGE.
- Envoi des résultats à la planification.



# Modification de la date de fin au plus tard du projet

## Coté Planification de projet

- Saisie d'une date de fin de projet : 30.
- Planification du projet → date de fin au plus tôt = 18.
- Désélection de l'alternative CONCEPTION INTÉGRÉE.
- Attribut de faisabilité de la tâche TE basculée à OK.



# Instanciation des exigences système et impact sur le projet

## Coté Conception Système

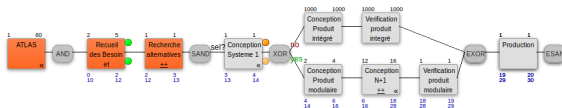
- Attribut de faisabilité des exigences débloqué **ND**, **OK** ou **KO**.
- Import des contraintes projet → pas de modification.
- Exigences client : **Rayon = 1000** et **Vitesse = 300**.
- Propagation interne à l'environnement → RÉDUCTION DU DOMAINE DE CERTAINES VARIABLES DE CONCEPTION ET DE PLANIFICATION : **Amenag  $\neq$  base**, **NB Sièges  $\neq$  8**, **Vitesse = 300**, **Rayon = 1000**, **Poussée = 6** et **Durée CPM = [2, 4]**, **Durée CN+1 = [12, 16]**.
- Attribut de faisabilité des exigences basculée à **OK**.
- Envoi des résultats à la planification.



# Modification de la date de fin au plus tôt du projet

## Coté Planification de projet

- Attribut de vérification de la tâche TE basculée à **OK**.
- Planification du projet → **date de fin au plus tôt = 20** au lieu de 18.



# Modification de la date de fin au plus tard et impact sur la conception

## Coté Planification de projet

- Saisie d'une date de fin au plus tard : 21.
- Planification du projet de conception.
- tâche  $CN_{+1}$  :
  - durée = [12, 16],
  - début au plus tôt = 6, début au plus tard = 7,
  - fin au plus tôt = 18, fin au plus tard = 19.
- Modification de la durée de la tâche  $CN_{+1}$  : [12,13].
- Planification du projet de conception.
- Attribut de faisabilité de la tâche TD basculée à OK.



# Réduction des exigences système

## Coté Conception Système

- Attribut de faisabilité de l'alternative débloqué **ND**, **OK** ou **KO**.
- Import des contraintes projet.
- Vérification de la durée de la tâche  $CN_{+1}$  : [12,13].
- Propagation interne à l'environnement → RÉDUCTION DU DOMAINE DE CERTAINES VARIABLES DE CONCEPTION ET DE PLANIFICATION :  
**NB Sièges = 4, Taille = courte.**
- Attribut de faisabilité de l'alternative basculé à **OK**.
- Envoi des résultats à la planification.





# Décomposition du système

## Coté Conception Système et Planification de projet

- Création du sous-système associé au concept MOTEUR.
- Création et rattachement du sous-projet correspondant.
- Envoi des exigences système AVION vers le sous-système MOTEUR.
- Propagation interne à l'environnement au niveau du MOTEUR.
- Envoi des résultats à la planification.
- Planification du projet de conception complet.



# Nouveau projet de conception d'un avion complet

## Avion complet

- Chargement du système et du projet complets avec conservation des exigences rentrées.
- Analyse du système complet.
- Analyse du projet complet.
- Lancement de la planification → PROBLÈME SUR LA TÂCHE  $CN+1$  : les sous-projets ne peuvent être planifiés.
- Relâchement de contrainte de projet **date de fin au plus tard = 22** et **duré  $CN+1 = [12, 14]$** .
- Lancement de la planification → OK.



## Problème de respect des contraintes

### Non respect des contraintes projet au niveau de l'exécution de la tâche TE : Séquence d'états

- Faisabilité de la planification de la tâche TE : ND  $\Rightarrow$  OK.
- Faisabilité des exigences système : ND  $\Rightarrow$  OK.
- Vérification de la bonne execution de la tâche TE : ND  $\Rightarrow$  KO.
- Cela ne gêne en rien la planification de la tâche TD : ND  $\Rightarrow$  OK.

### Non respect des contraintes système au niveau du recueil des exigences système : Séquence d'états

- Faisabilité de la planification de la tâche TE : ND  $\Rightarrow$  OK.
- Faisabilité des exigences système : ND  $\Rightarrow$  KO.
- Blocage du processus complet de conception : les exigences doivent être renégociées, KO  $\Rightarrow$  ND.



# Recherche de conceptions passées

## Critères de recherche de conceptions passées

- Recherche couplée sur des exigences système et des objectifs projet avec  $\text{CONCEPT} = \text{AILE AVION}$ .
- Saisie des exigences système et projet.
- Saisie des seuils de similarité : **sémantique = 0, globale = 0** et recherche  $\Rightarrow$  tout est remonté.
- Saisie des seuils de similarité : **sémantique = 0, globale = 0.5** et recherche  $\Rightarrow$  seules les ailes sont remontées.
- Définition des préférences du concepteur : **RBET** et modification des poids des variables : **Profil Aile, Taille**.



# Réutilisation de conceptions passées

## Sélection des conceptions à réutiliser

- Comparaison des conceptions passées intéressantes par rapport à la conception en cours.
- Sélection et copie des couples (alternatives de système, tâche de développement d'alternative).



- ① Présentation du prototype de recherche LGP-EMAC
- ② Prototype
- ③ Exemple : Avion de tourisme
- ④ Regard critique sur le prototype



## Couplage

- Intégration des attributs à compléter et à étendre sur plusieurs niveaux.
- Couplage décisionnel à intégrer.
- Remontées des informations des sous-projets non automatiques.
- Couplage par contraintes à étendre sur plusieurs niveaux.
- Pas de gestion de projet à proprement parler tel que présentée avec le démonstrateur.
- Pas de comportement dynamique et temporel lors de la remise en cause des exigences système et projet.



# Prototype de recherche LGP-EMAC

## Présentation et illustration sur un avion de tourisme

É. KUNTZ, A. ROBERT and É. VAREILLES

M. Aldanondo, S. Carbonnel, T. Coudert, P. Gaborit, L. Geneste

Réunion ATLAS, 12 juillet 2011

