

# Former les futurs concepteurs de systèmes homme-machine complexes

Hélène Gaspard-Boulinc, Stéphane Conversy, Daniel Prun, Catherine Letondal, Stéphane Chatty

*Université de Toulouse*

*Ecole Nationale de l'Aviation Civile*

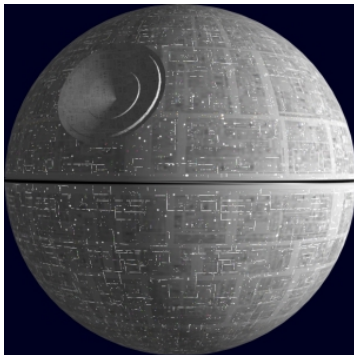
*Laboratoire d'Informatique Interactive*

<http://www.lii-enac.fr>



Université  
de Toulouse

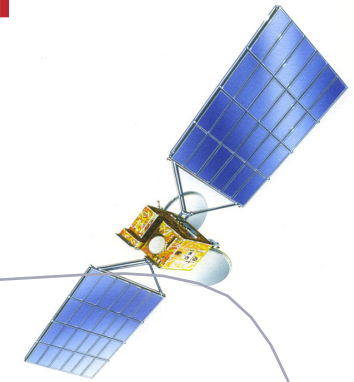
# Des exemples de systèmes complexes



# ■ Un système homme-machine complexe



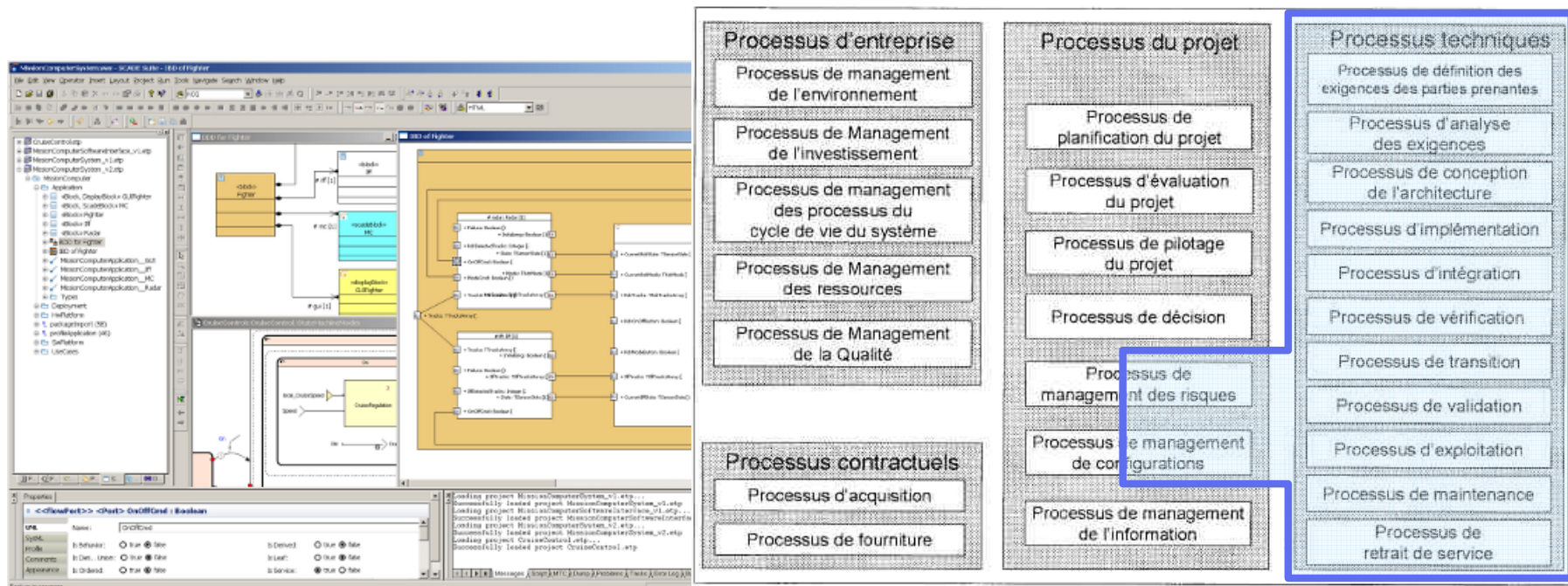
# Le système de transport aérien



# Les pratiques industrielles

## L'ingénierie système

- Des processus normés, des méthodes, des outils
- La notion de référentiel système



# ■ Les pratiques industrielles

## L'ingénierie système

- Une mauvaise prise en compte des besoins des utilisateurs
- Une évolution des besoins des utilisateurs subie et coûteuse

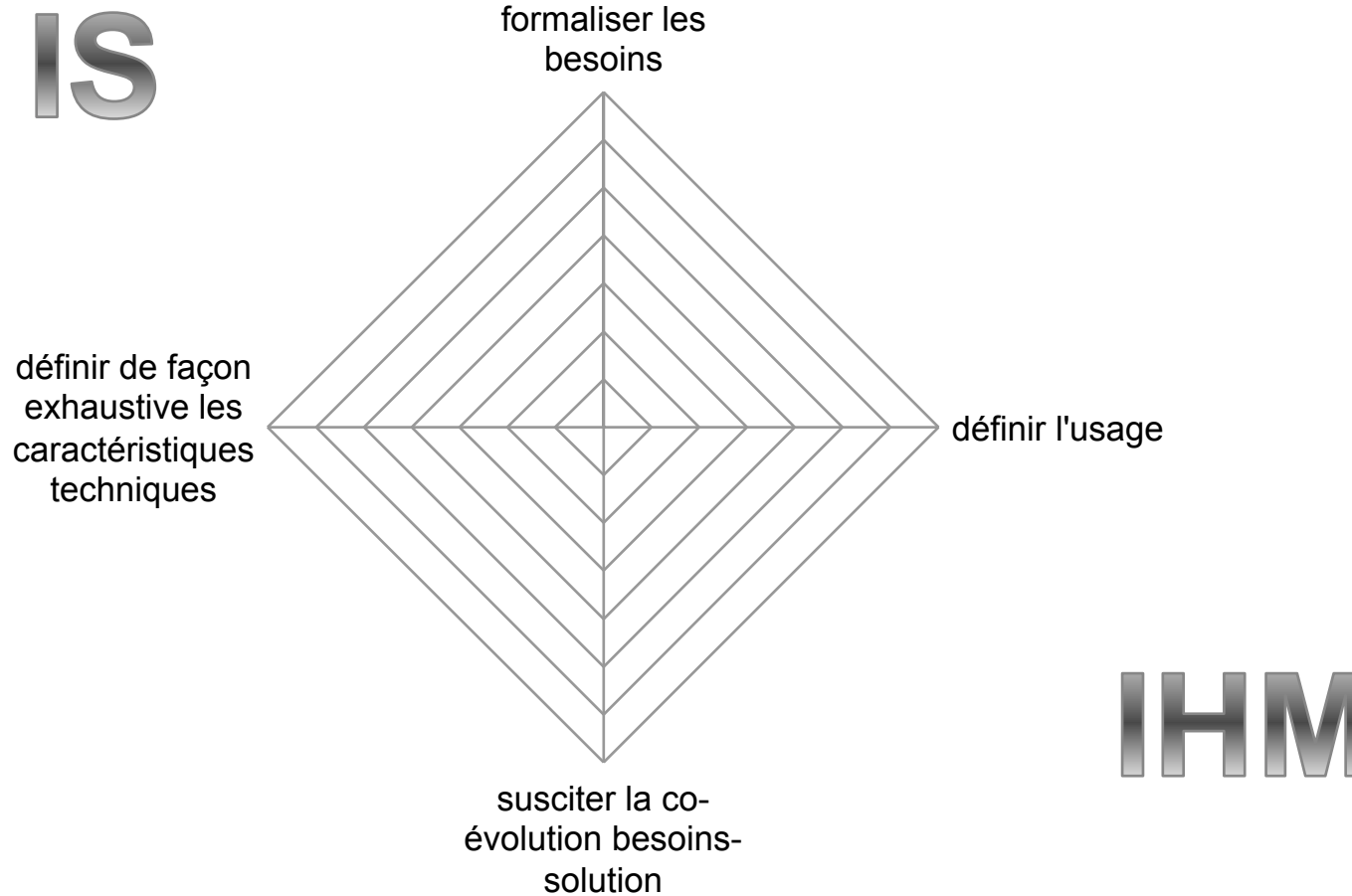
Luzeaux D., Ruault R., Wippler J-L. Maitrise de l'ingénierie des systèmes complexes et des systèmes de systèmes, étude de cas.

Hermès (2011).

Boehm B. "Some Future Trends and Implications for Systems and Software Engineering Processes." Systems Engineering 9, 1

(Spring 2006).

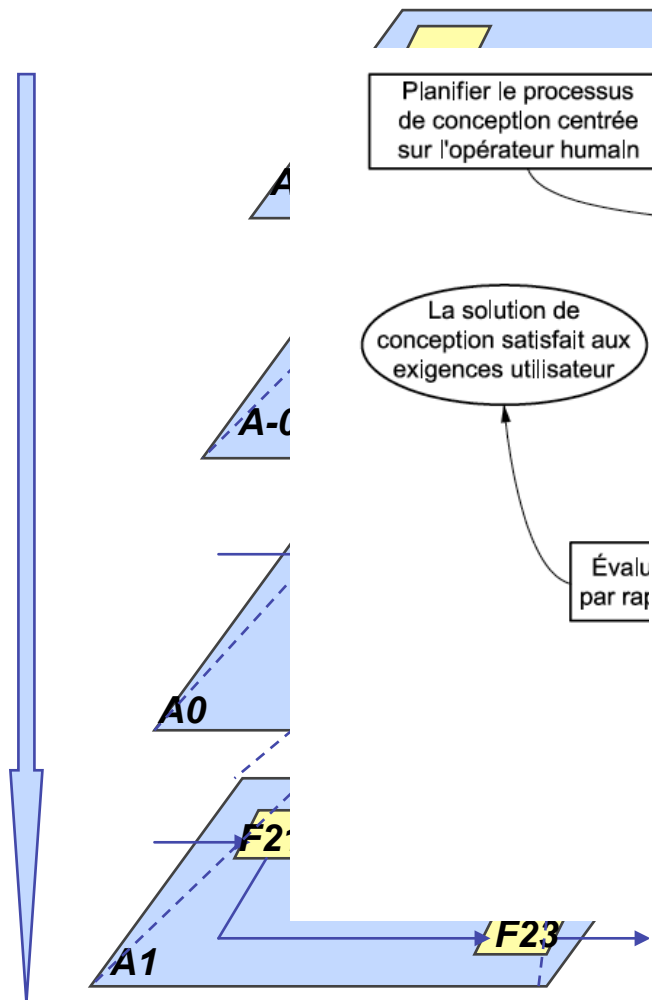
# ■ Nos étudiants doivent savoir...



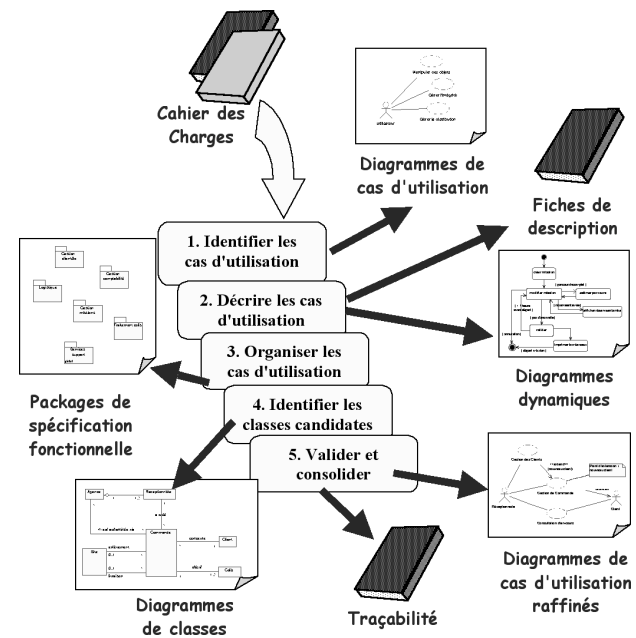
# ■ Imaginez...

- Vous êtes élève-ingénieur à l'ENAC
- Vous avez des cours de :
  - ▶ Analyse fonctionnelle
  - ▶ Conception participative
  - ▶ Analyse/conception orientée objet



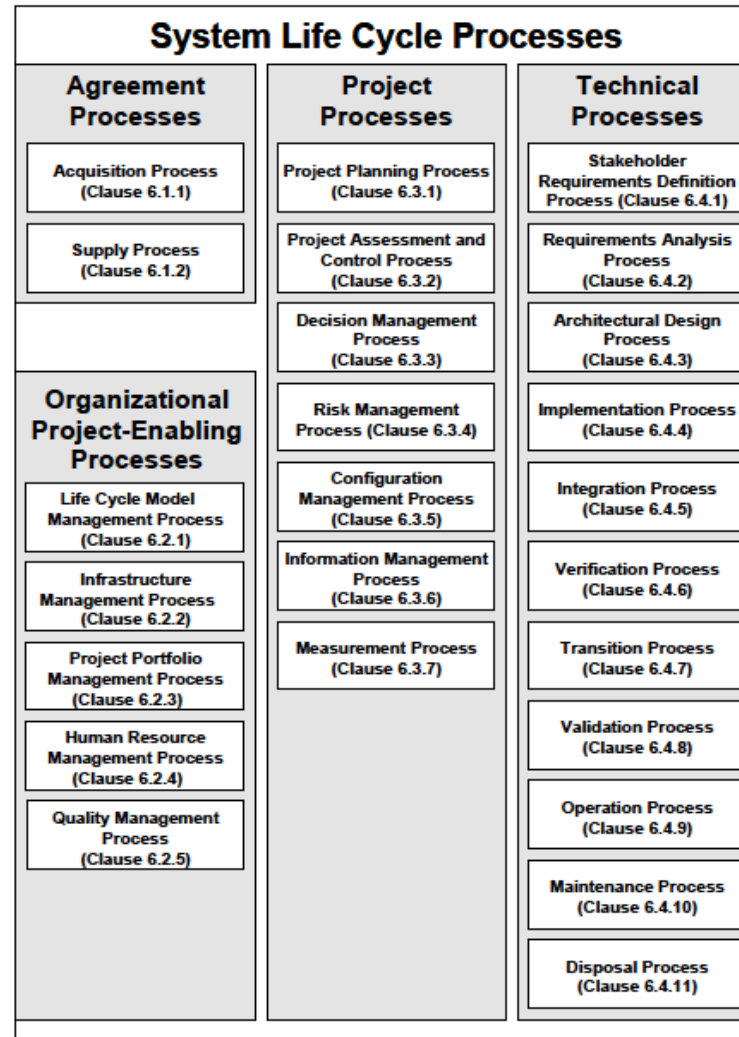


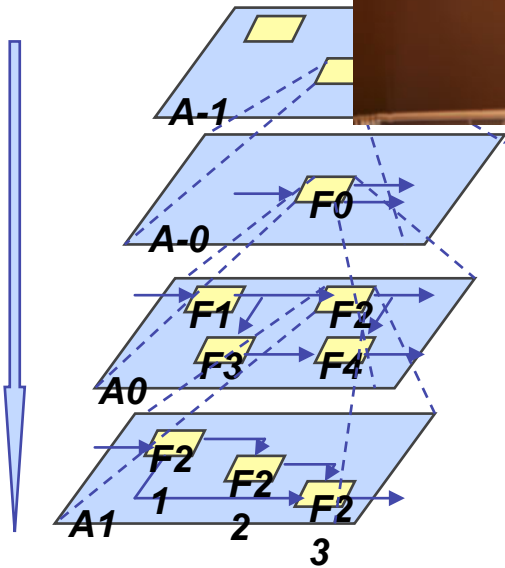
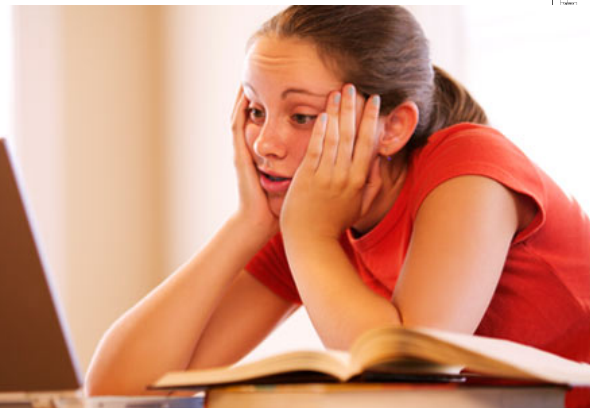
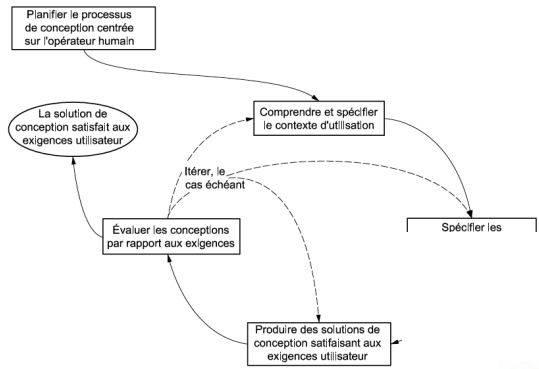
## Phases de réalisation de l'analyse des besoins fonctionnels



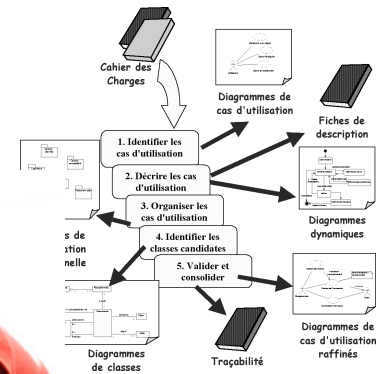
# Vous arrivez en stage en entreprise...

ISO/IEC 15288:2008(E)  
IEEE Std 15288-2008





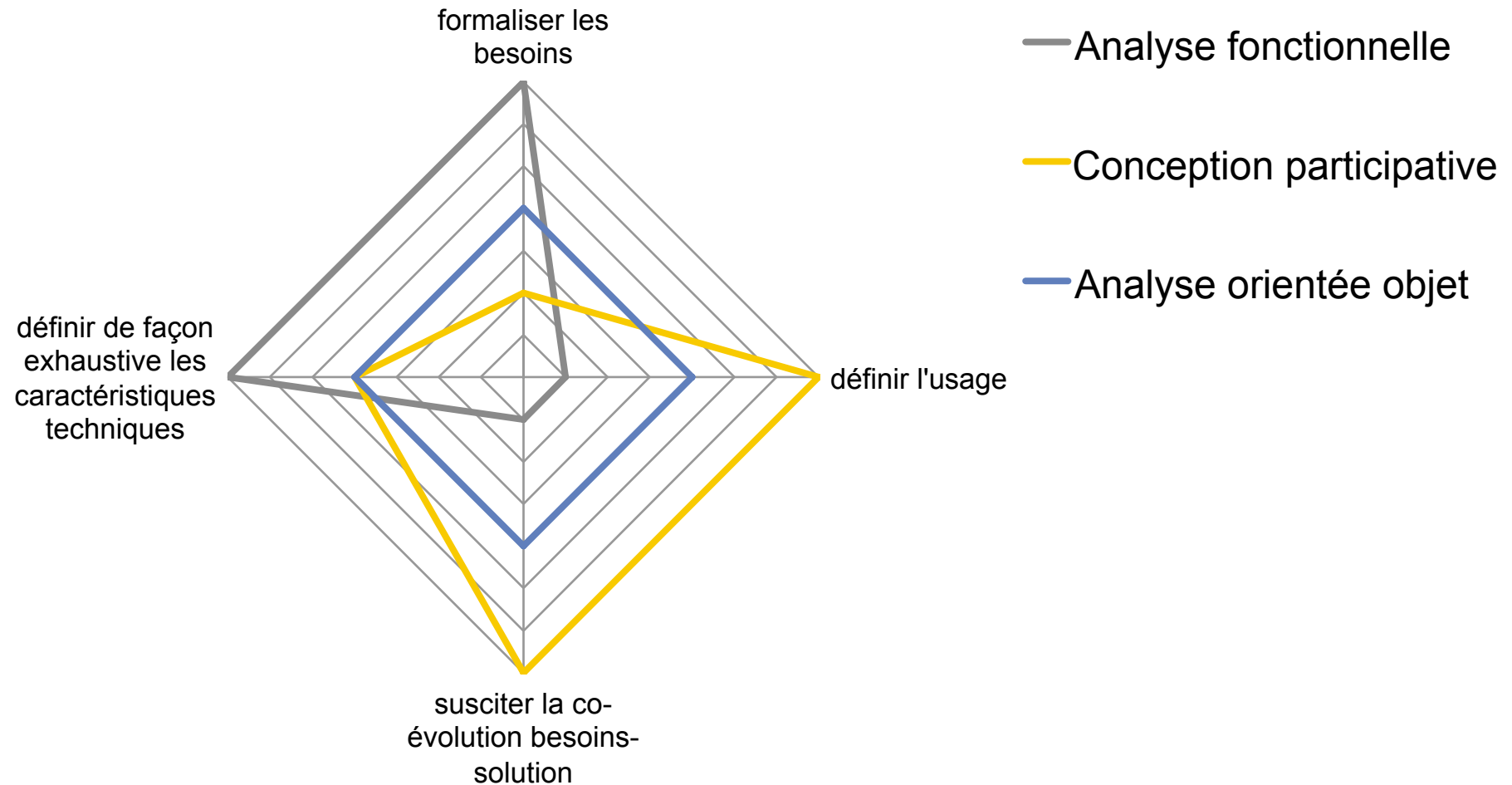
## Phases de réalisation de l'analyse des besoins fonctionnels



### Life Cycle Processes

	Project Processes	Technical Processes
(Clause 6.1.1)	Project Planning Process (Clause 6.3.1)	Stakeholder Requirements Definition Process (Clause 6.4.1)
Supply Process (Clause 6.1.2)	Project Assessment and Control Process (Clause 6.3.2)	Requirements Analysis Process (Clause 6.4.2)
	Decision Management Process (Clause 6.3.3)	Architectural Design Process (Clause 6.4.3)
<b>Organizational Project-Enabling Processes</b>	Risk Management Process (Clause 6.3.4)	Implementation Process (Clause 6.4.4)
	Configuration Management Process (Clause 6.3.5)	Integration Process (Clause 6.4.5)
Life Cycle Model Management Process (Clause 6.2.1)	Information Management Process (Clause 6.3.6)	Verification Process (Clause 6.4.6)
Infrastructure Management Process (Clause 6.2.2)	Measurement Process (Clause 6.3.7)	Transition Process (Clause 6.4.7)
Project Portfolio Management Process (Clause 6.2.3)		Validation Process (Clause 6.4.8)
Human Resource Management Process (Clause 6.2.4)		Operation Process (Clause 6.4.9)
Quality Management Process (Clause 6.2.5)		Maintenance Process (Clause 6.4.10)
		Disposal Process (Clause 6.4.11)

# ■ Analyse des enseignements



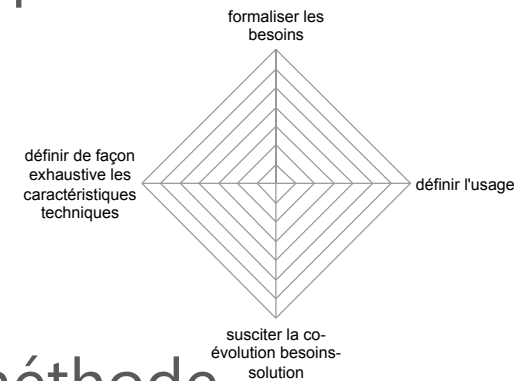
# ■ Nos objectifs de haut niveau

Former des futurs concepteurs qui :

- Considèrent les humains comme des composants à part entière des systèmes complexes
- S'insèrent dans le milieu industriel

⇒ Le choix de ne pas définir une nouvelle méthode intégratrice de conception

⇒ La définition d'un nouvel enseignement :  
*Ingénierie du besoin et des exigences*



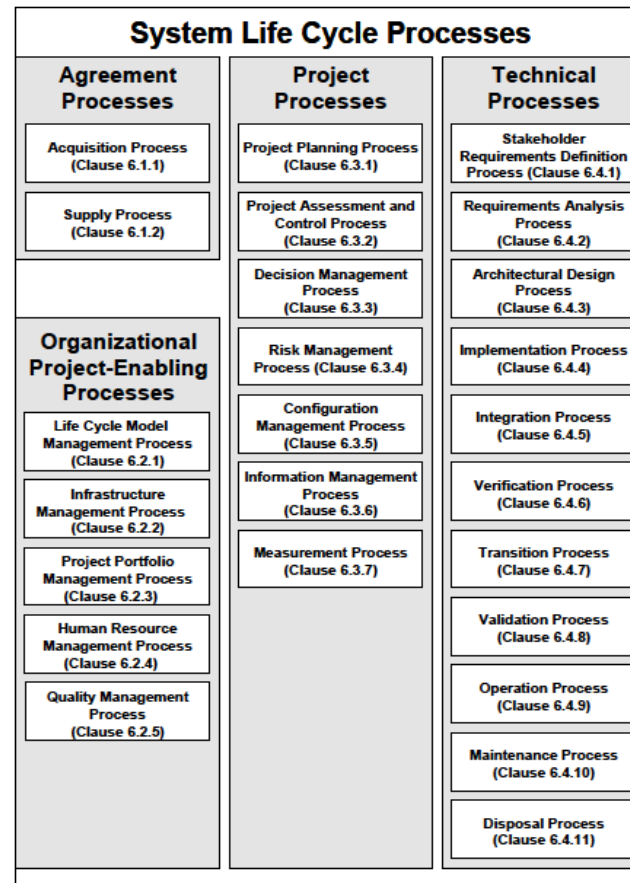
# ■ La définition d'un nouvel enseignement

- Processus
- Techniques
- Productions

# La définition d'un nouvel enseignement

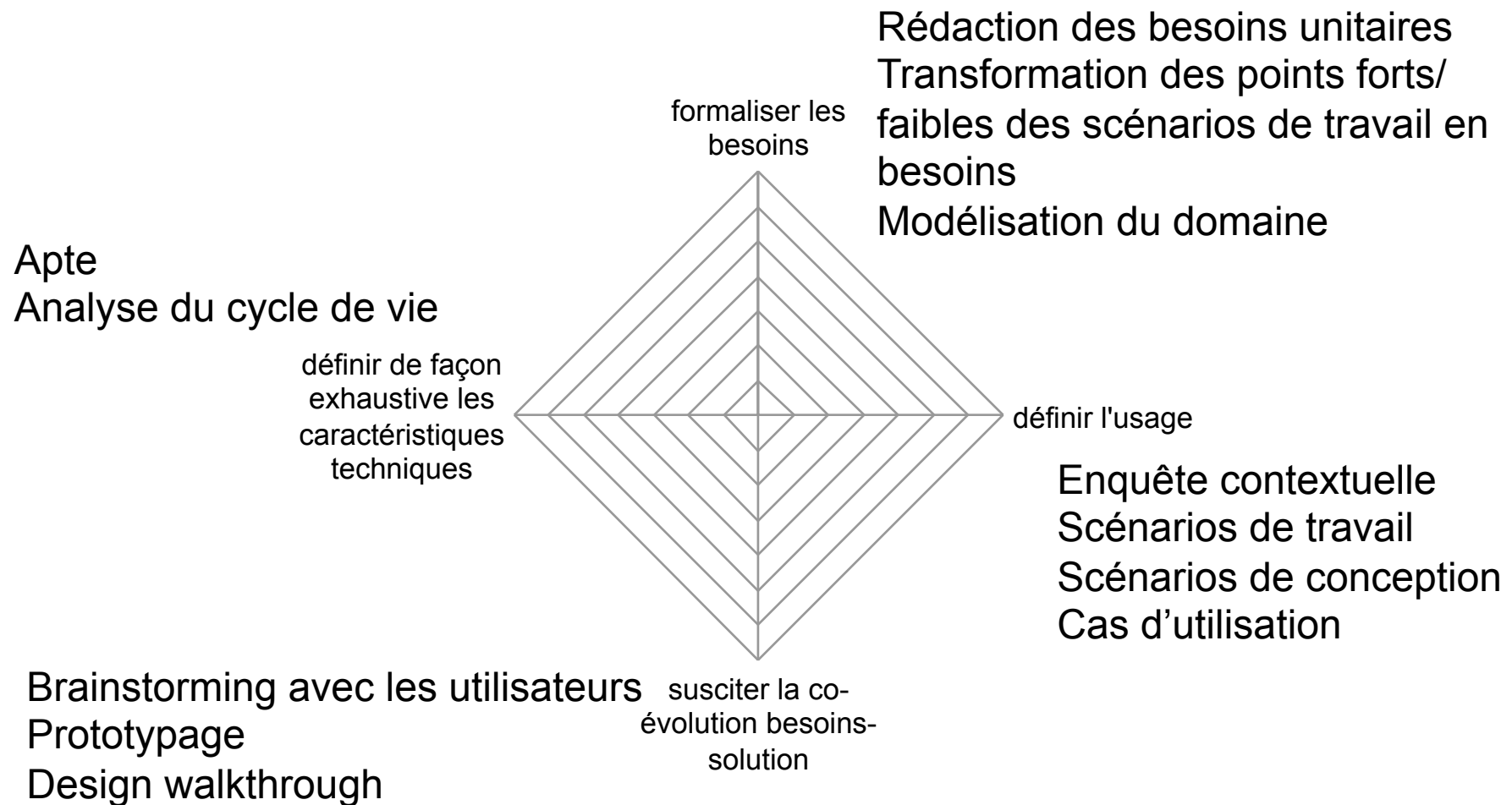
- Processus : Ingénierie système

ISO/IEC 15288:2008(E)  
IEEE Std 15288-2008



# La définition d'un nouvel enseignement

## Techniques

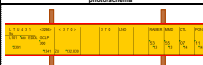




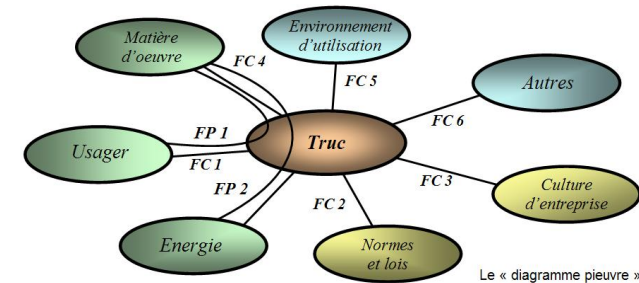
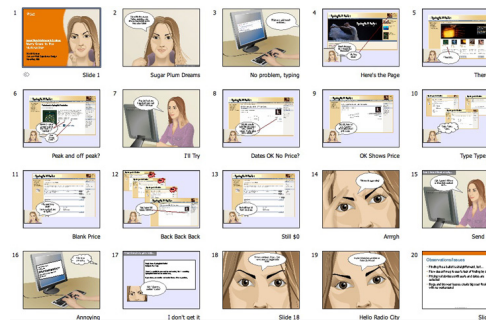
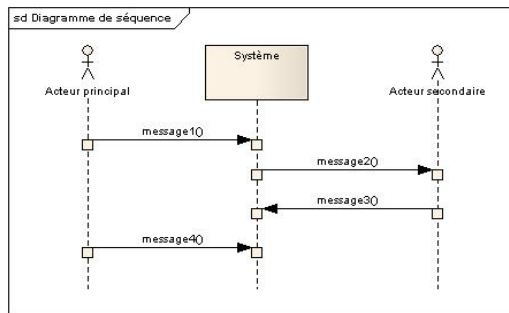


# La définition d'un nouvel enseignement

## Productions : un dossier d'expression des besoins

- ▶ Scénarios de travail
- ▶ Modélisation du domaine
- ▶ Cas d'utilisation

titres	Description	Point fort	Point faible
titres	Détection d'un conflit		
rationnel	Montrer une situation de détection de conflit entre deux avions convergant vers une même balise		
contexte activité	Avion KLM84 est déjà intégré sur le tableau de strips. Christophe reçoit un nouveau strip pour le 131451	contexte système	CDS
photodiagramme			
	<p>Le CO :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prépare la procédure d'intégration de strip au tableau de contrôle</li> <li>Remarque sur le tableau de strips que le niveau 370 est déjà occupé par le KLM84.</li> <li>Remarque le point de croisement des deux avions à la balise CTL.</li> <li>Détecte un conflit potentiel car la différence des heures de passage est inférieure à 10 minutes.</li> </ul>		<p>Charge cognitive conséquente pour détecter les balises de contrôle potentialisées communes aux différents strips et comparer les heures de passage des avions concernés</p>
			
			<p>pas la possibilité de mémoriser et d'ajuster des distances calculées, le portage précis des extrémités peut être difficile</p>



- ▶ Une synthèse des besoins

# ■ La mise en œuvre

- 20h de cours-TD
- Une mise en situation, avec en entrée un cahier des charges « classique »
- L'application des techniques sur la situation-problème
- La production d'un document d'expression des besoins, objet de l'évaluation
















# ■ Retour d'expérience

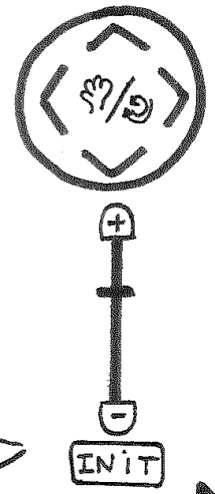
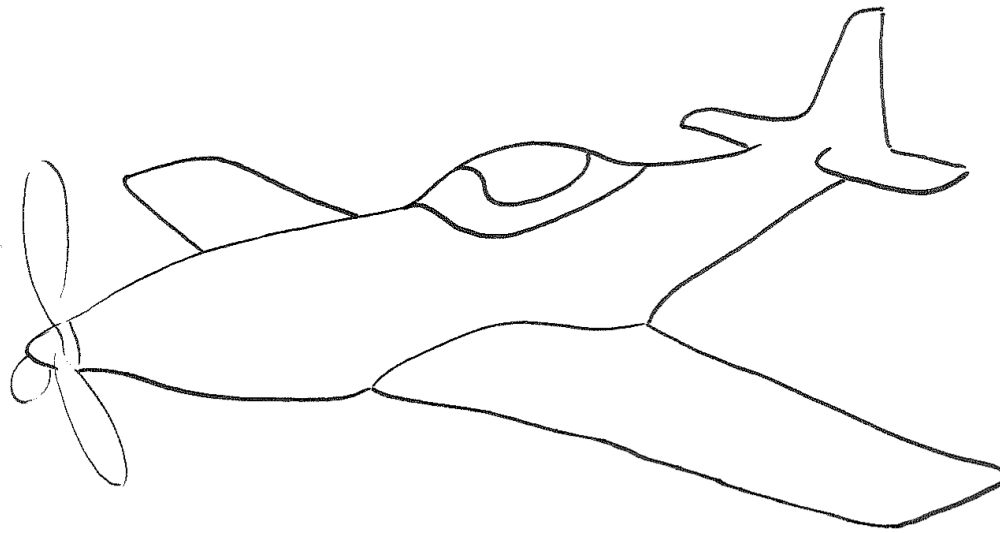
- Une application sur le « projet java » en fin de 2<sup>e</sup> année
- Interviews des clients :
  - (+) Conduite professionnelle d'un processus itératif de conception
  - (+) Bonne utilisation des enquêtes contextuelles, brainstorming et prototypage pour les sujets « ouverts »
  - (+) Les scénarios et la synthèse des besoins sont structurants
  - (-) manque de saut innovant
  - (-) code tardif

Identifiant	Intitulé	Scénario de référence	Expression du besoin
SP 1	Visualisation des répartitions issues de Scilab	1	Le nouveau système devra au moins assurer ce type de visualisation
SP 2	Visualisation sur fond noir confortable sous AVL	1	Assurer une visualisation confortable, tout en assurant une impression correcte
SP 3	Visualisation de la géométrie de l'avion en mode « fil de fer »	1	Assurer la visualisation de l'avion en mode « fil de fer », ou en mode texturé, et pouvoir jouer sur la transparence

WP 5	Pas de visualisation des mouvements des gouvernes	1	Le nouveau système permettra de configurer les positions des gouvernes principales (ailerons, dérive, empennage horizontal)
WP 6	Pas d'interface avec FlightGear	1	Le nouveau système permettra de générer des fichiers interprétables par FlightGear
WP 7	Fichier exporté au format ps uniquement	1	Le nouveau système permettra de générer des fichiers image, pdf
WP 8	Rechargement manuel des fichiers lors d'une modification de paramétrage	1	Le nouveau système automatisera la mise à jour de la visualisation lorsque le fichier d'entrée est modifié

GENERAL
















	OUVRIR
	IMPRESSION
	PLAN 3D
	PLAN 3-VUES
	TRIÈDRE AVION
	MODE FILAIRE
	MODE RÉALISTE
	TRANSPARENCE
	
BRAQUAGE	
	
	





GÉNÉRAL

Nom fichier

-  OVVRIR
-  IMPRESSION
-  PLAN 3D
-  PLAN 3-VUES
-  TRIÈDRE AVION
-  MODE FILAIRE
-  MODE RÉALISTE
-  TRANSPARENCE
-  - [ 0 ] +
- BRQUAGE
-   +9°
-   -10°
-   0.0°

RESET

FACE

HAUT

PROFIL

3D





# SÈVE - Systeme Evolutif de Visualisation 3D EPiCEA



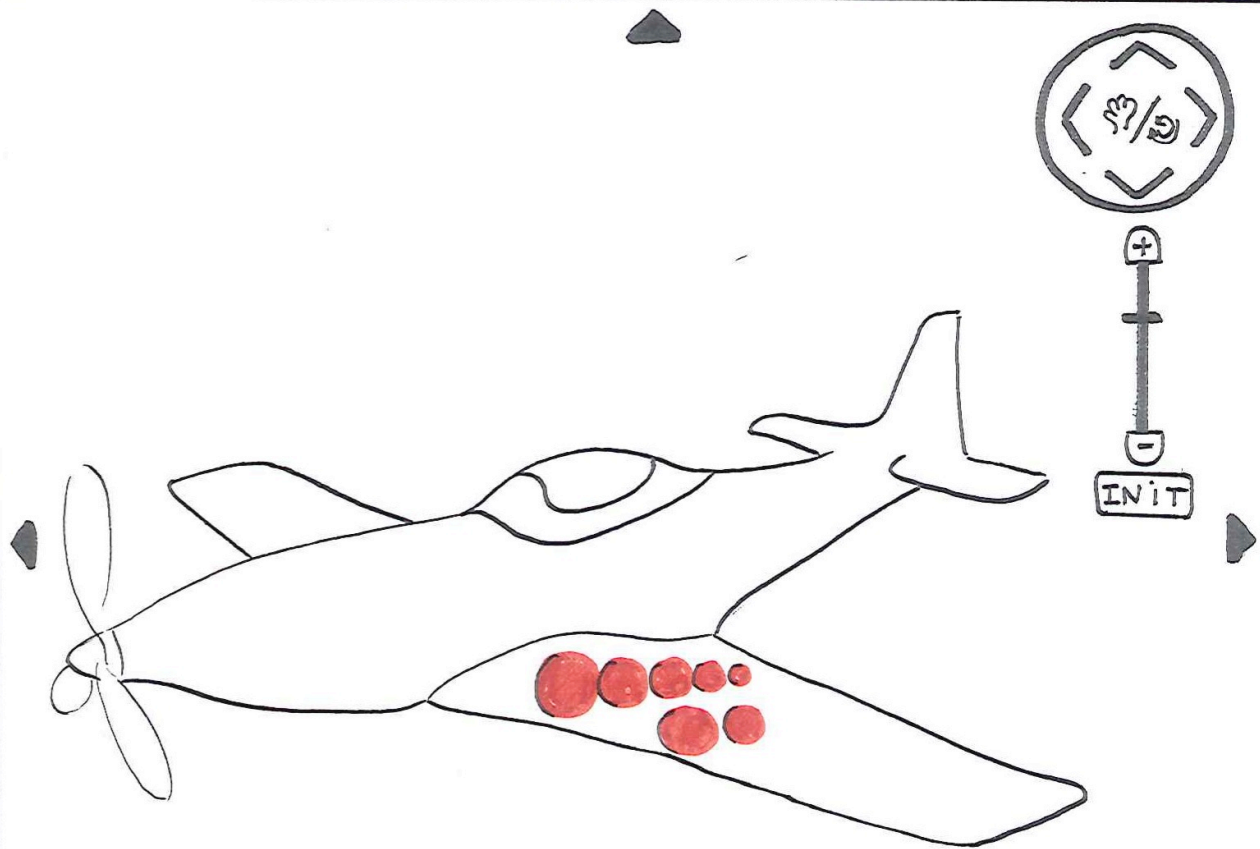
VISU  
MASSE

Nom fichier

- AVION
  - Structure
    - Fuselage
    - Aile droite
    - Aile Gauche
  - Systemes
    - 
    -
  - Moteurs
    - m<sub>1</sub>
  - Charge Utile
  - ...
  - TOUT PAR DÉFAUT

ACTIVER LA LEGENDE

SCALE:

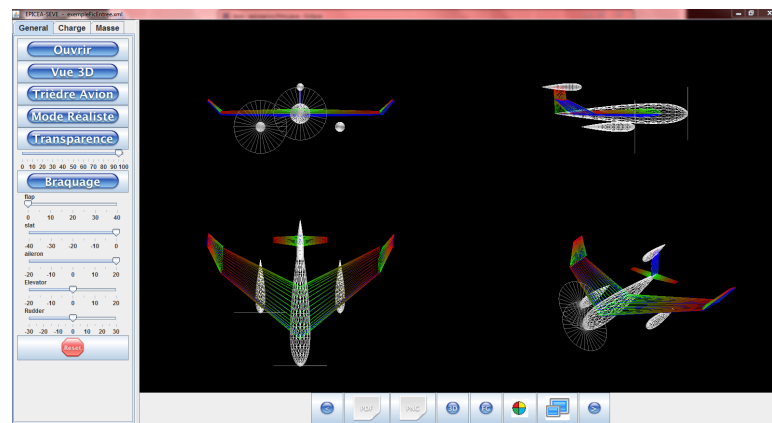
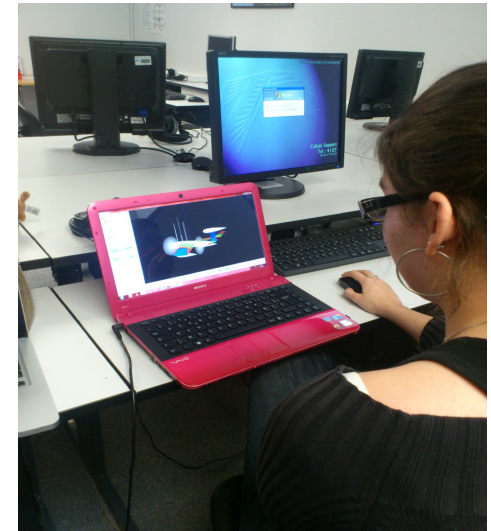
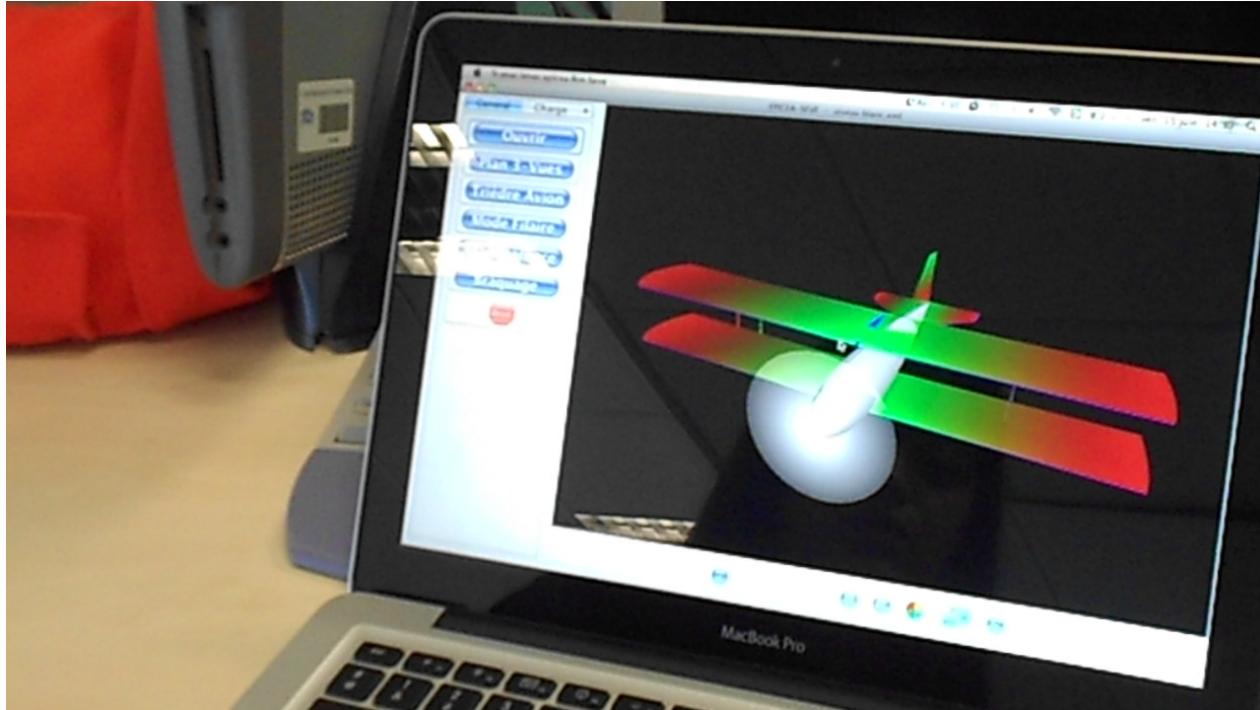


L | Légende.





<i>Identifiant</i>	<i>Expression du besoin</i>	<i>Justification (en terme de scénario de référence)</i>	<i>Priorité client</i>
<b>B1</b>	<b>Services</b>		
B1-1	Visualiser la géométrie de l'avion	(SP3)	1
B1-2	Visualiser les champs de données	(SP1 et WP2)	1
B1-3	Pouvoir zoomer	(WP3)	2
B1-4	Pouvoir générer un plan 3 vues	(WP4)	1
B1-5	Visualiser le mouvement des gouvernes en respectant les symétries ou asymétries	(WP5)	1



# ■ Perspectives

- Design créatif et innovation
- Amélioration de l'enseignement des techniques
- Développement de l'esprit critique des étudiants
- Généralisation de l'enseignement à l'ensemble des majeures dans le cadre de la refonte du cursus

# ■ Perspectives

- Design créatif et innovation
- Amélioration de l'enseignement des techniques
- Développement de l'esprit critique des étudiants
- Généralisation de l'enseignement à l'ensemble des majeures dans le cadre de la refonte du cursus

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**