

# **MATLAB EXPO**

## **Développement de logiciels embarqués en Model-Based Design**

## SOMMAIRE

- Présentation de Nexter Systems et SCALIAN Alyotech
- Présentation du projet LCCS
- RETEX Vs MathWorks
- Et après ...
- Questions / Réponses



# PRÉSENTATION DE NOS SOCIÉTÉS

# NEXTER : UN GROUPE ORGANISÉ EN 3 PÔLES

	SYSTÈMES	MUNITIONS	ÉQUIPEMENTS
Effectifs	1 825 personnes	1 163 personnes	344 personnes
% du CA 2015	57 %	39%	4 %
	 <p>VBCI</p>  <p>Leclerc</p>	 <p>Munitions 120 mm et 40 mm</p>  <p>Munitions d'artillerie 155 mm</p>	 <p>Episcopes</p>  <p>Système de gonflage SYEGON®</p>

## Expériences MATLAB chez Nexter

Toolbox	Utilisation	Client	Quand
MATLAB, Simulink	<p>Définition des algorithmes « FEU » (fonctionnalités critiques d'un point de vue fonctionnel, cœur de métier de NEXTER) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Algorithme de Poursuite Automatique de Cible (Détection et suivi de cible)</li> <li>- Lois de pointage, Conduite de Tir</li> </ul>	Multi-projets NEXTER Systems	depuis 1990
MATLAB Coder, Simulink Coder, Embedded Coder	<p>Logiciel de contrôle commande du système de différentes tourelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Génération automatique de code applicatif sécuritaire (Alyotech/SCALIAN)</li> <li>- Intégration des algorithmes FEU</li> </ul>	Multi-projets NEXTER Systems	depuis 2007

## Présentation SCALIAN

Fournisseur international de solutions et d'expertises, incontournable dans ses spécialités du digital et de la performance.

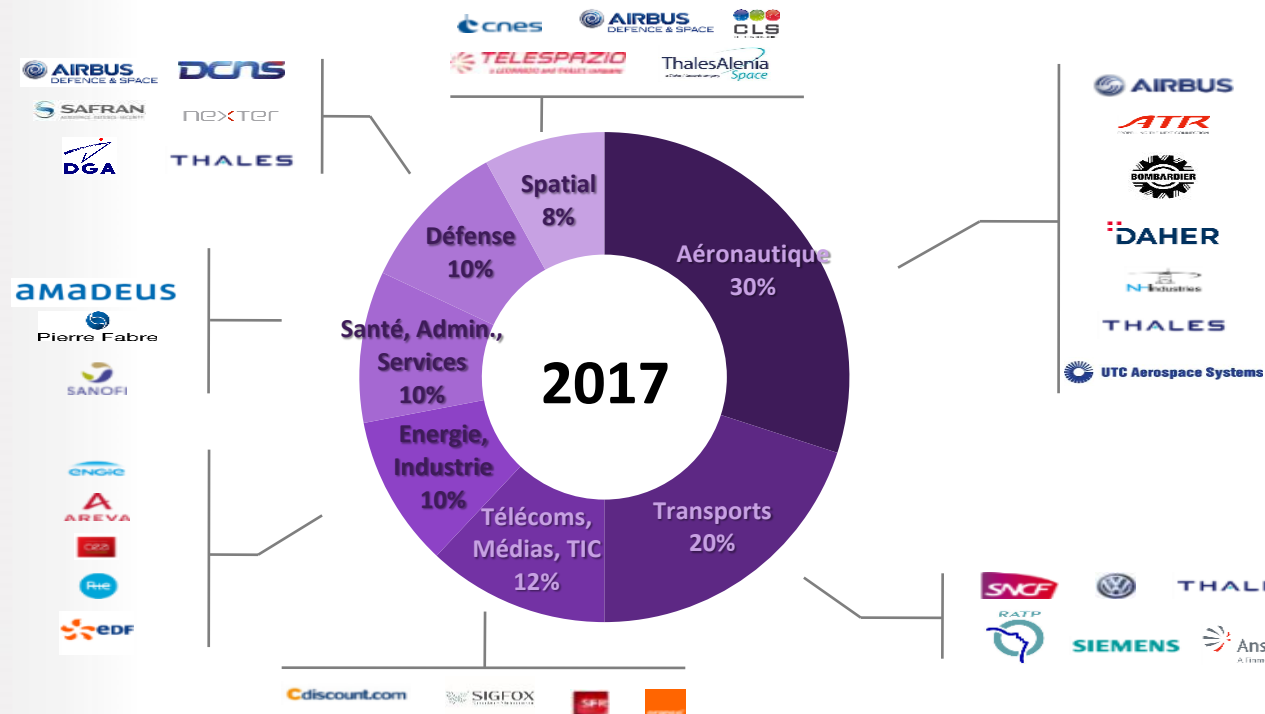
**Le 3 janvier 2017, le Groupe EUROGICIEL devient SCALIAN.**

2 pôles métiers :

- Les Systèmes Numériques
- La Performance des Opérations



# Présentation SCALIAN



*Partie prenante des projets innovants ou bâtisseurs et managers de l'entreprise étendue, nous accélérons l'innovation de nos clients.*

*Une richesse du portefeuille clients.*

*Une capacité à intervenir dans tous les secteurs clés à forts enjeux industriels et technologiques.*

## La suite MathWorks dans les projets SCALIAN

Toolbox	Utilisation	Client	Quand
MATLAB	Création d'IHM simple pour des besoins métier	SNECMA Moteur PSA VALEO	1995 - 2005
Simulink, Stateflow	Développement de modèles dynamiques de simulation et de commande de servitude, pour un démonstrateur	LIEBHERR Aerospace Toulouse	2013-2014
Simulink, Stateflow, V&V	Définition des couches applicatives de logiciels embarqués, Analyse de couverture, Traçabilité des exigences	SAFRAN NEXTER Systems	2000 – aujourd'hui
Kit IEC61508	Vérification de règles particulières via ModelAdvisor, Préparation des qualifications outils via les guides fournis	NEXTER Systems	2010 – aujourd'hui



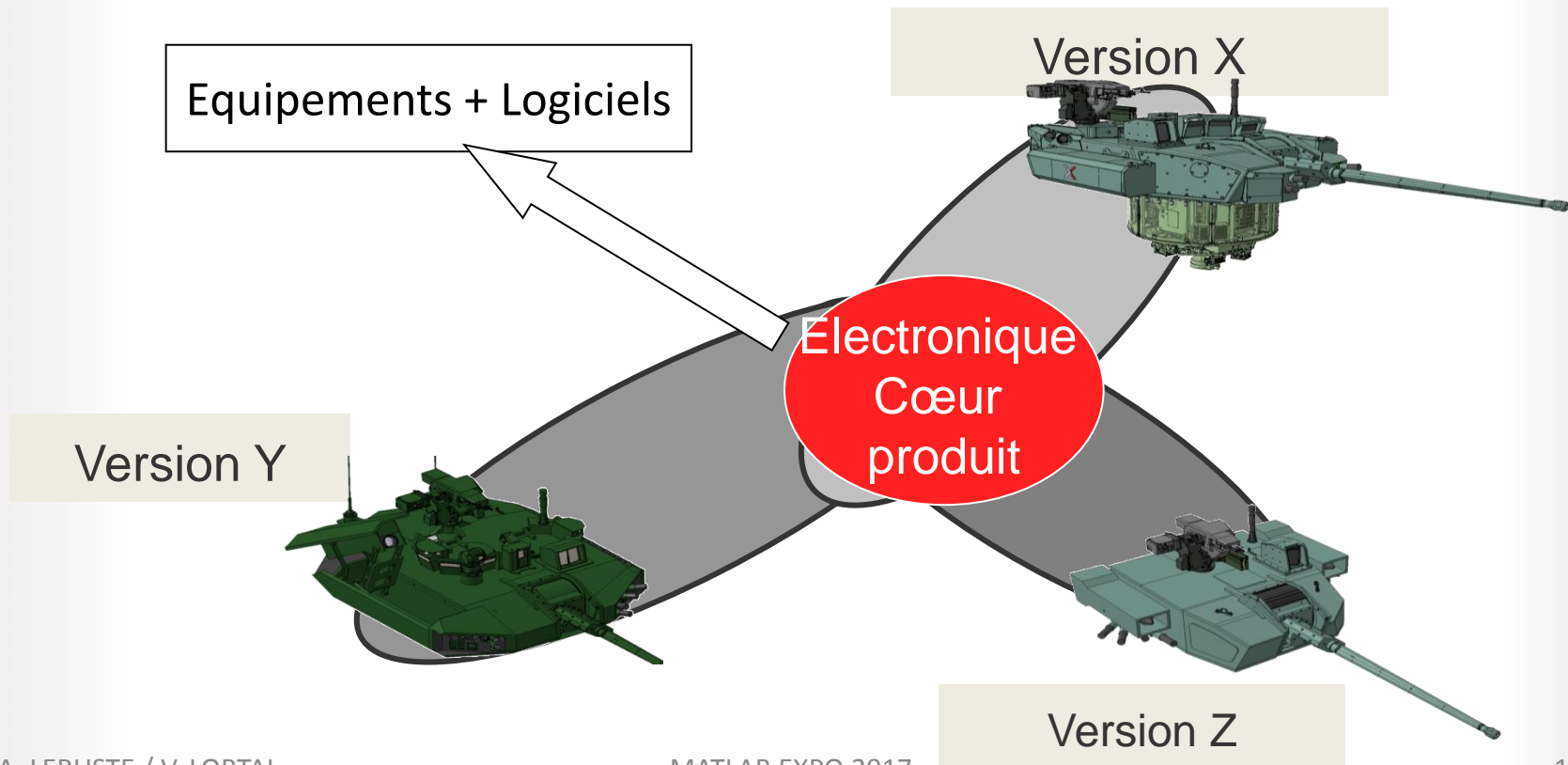
## La suite MathWorks dans les projets SCALIAN

Toolbox	Utilisation	Client	Quand
MATLAB Coder, Simulink Coder, Embedded Coder	Génération des codes C associés à nos modèles applicatifs	NEXTER Systems VALEO	2007 – aujourd'hui
SignalProcessing	Utilisation dans le développement d'outils métier de fonctionnalités simples (autocorrélation, variance)	DGA, CNES	
Statistics and Machine Learning	Analyse statistique de données radar	DGA	

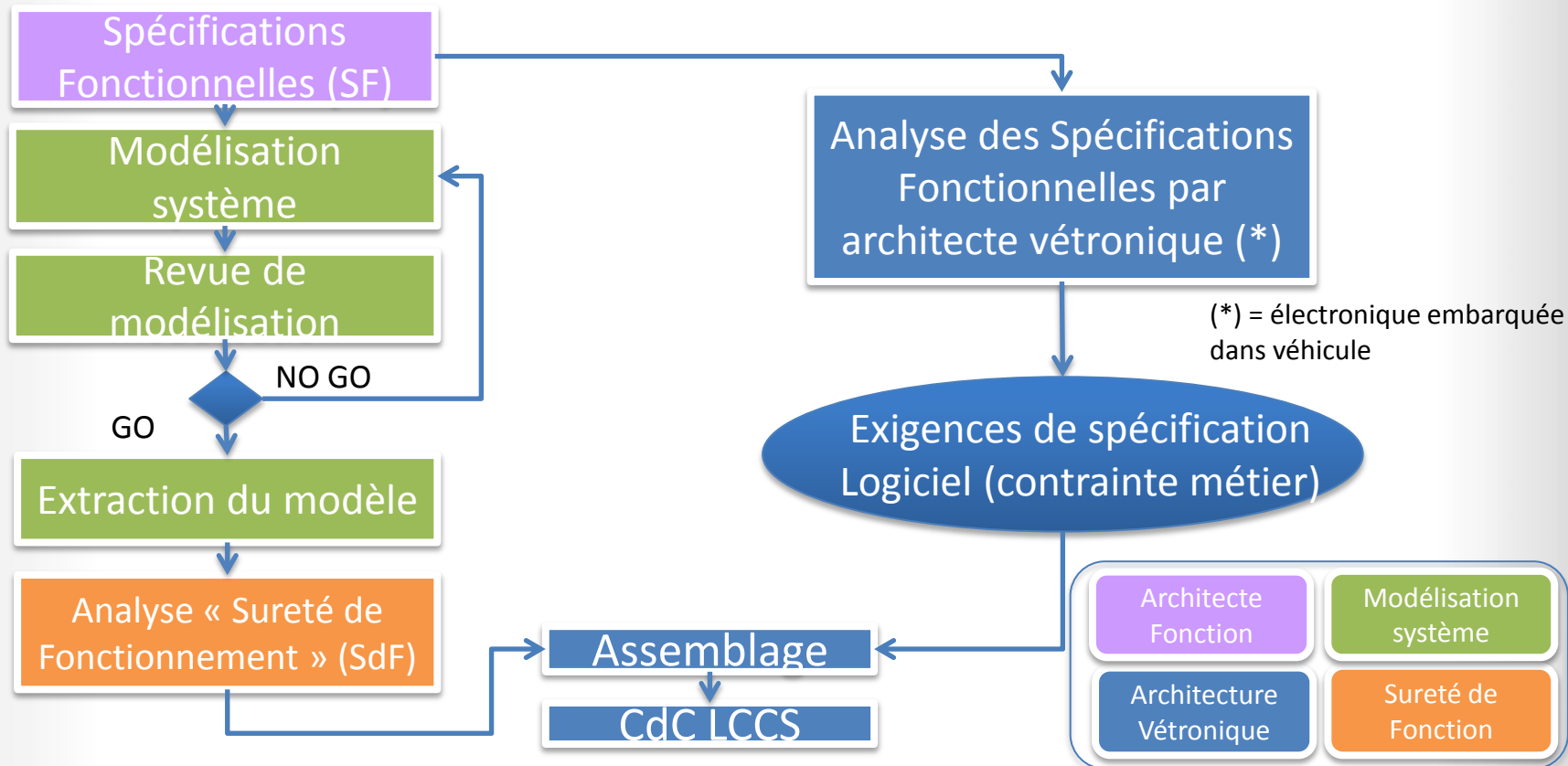


# LE PROJET LCCS

# Concept Cœur Produit



# Méthode pour écrire le CDC logiciel



## Le logiciel LCCS : le cœur du système

Processus SDF



Gestion de  
configuration



Gestion de FTs



- **Logiciel sécuritaire** (SIL 2 selon la norme IEC 61508)
- OS : QNX (certifié SIL 3 selon la norme IEC 61508)
- Logiciel embarqué avec **contraintes de performance fortes** : 10 ms
- Code fonctionnel **généré automatiquement** en langage C
- Couches basses logiciel (code manuel) codées en langage C directement
- Entrées/sorties : MILCAN, CANopen Safety, CAN J1939, LNS, Ethernet, DDS
- ALYOTECH groupe SCALIAN est un fournisseur historique de ce type de logiciel



## Raison du choix des outils MathWorks

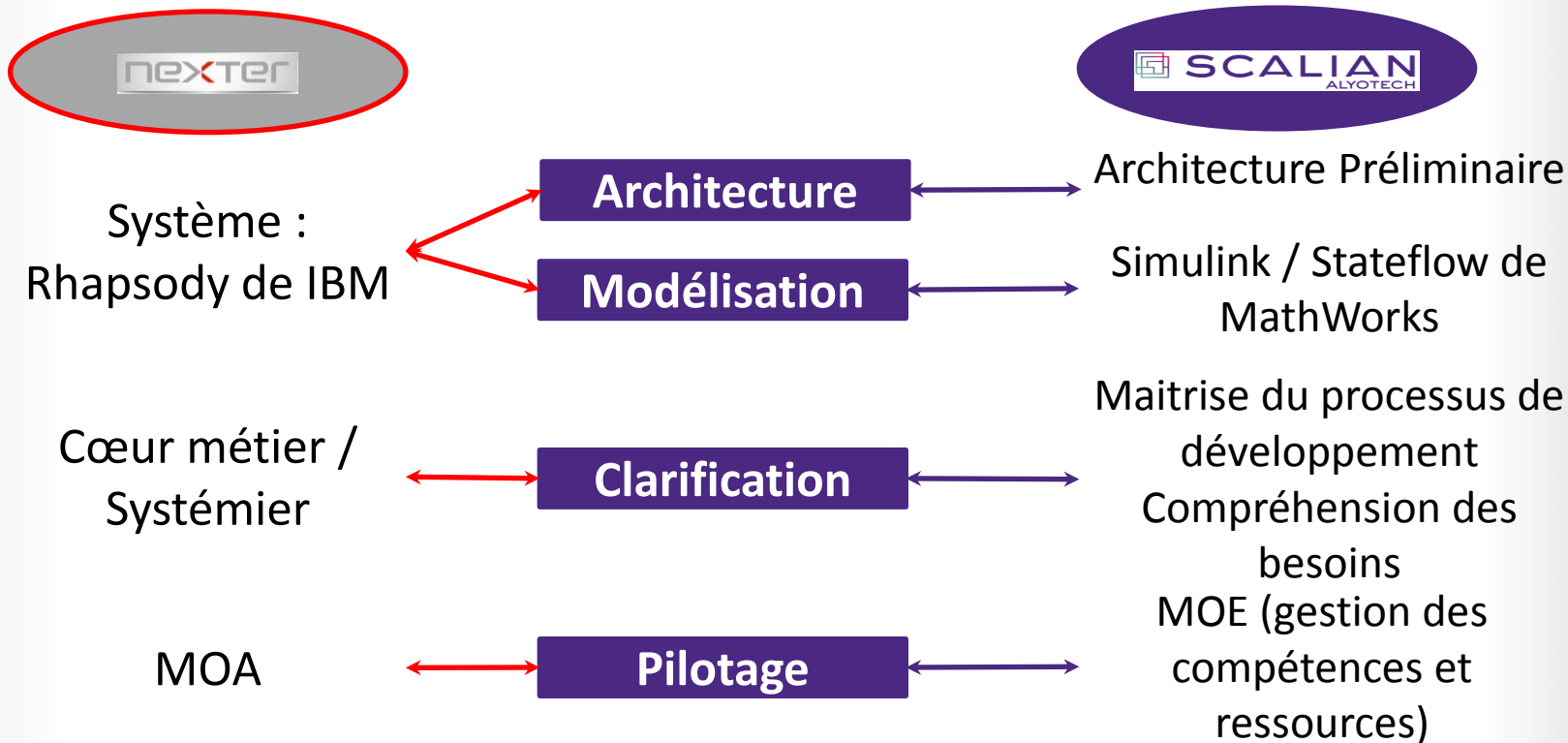
**Etude réalisée pour la Génération Automatique du Code (GAC) à partir du modèle système Rhapsody de NEXTER via la suite IBM ou la suite Scade**

→ Dans les deux cas, nombreuses contraintes à prendre en compte pour réaliser un **code sécurisé**

**Réalisation d'un projet antérieur commun, via la suite MathWorks, et ayant donné satisfaction**

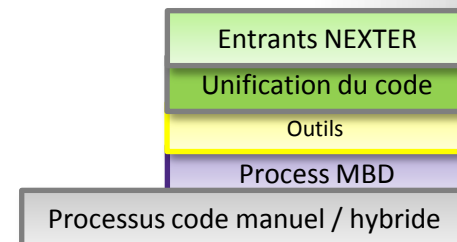
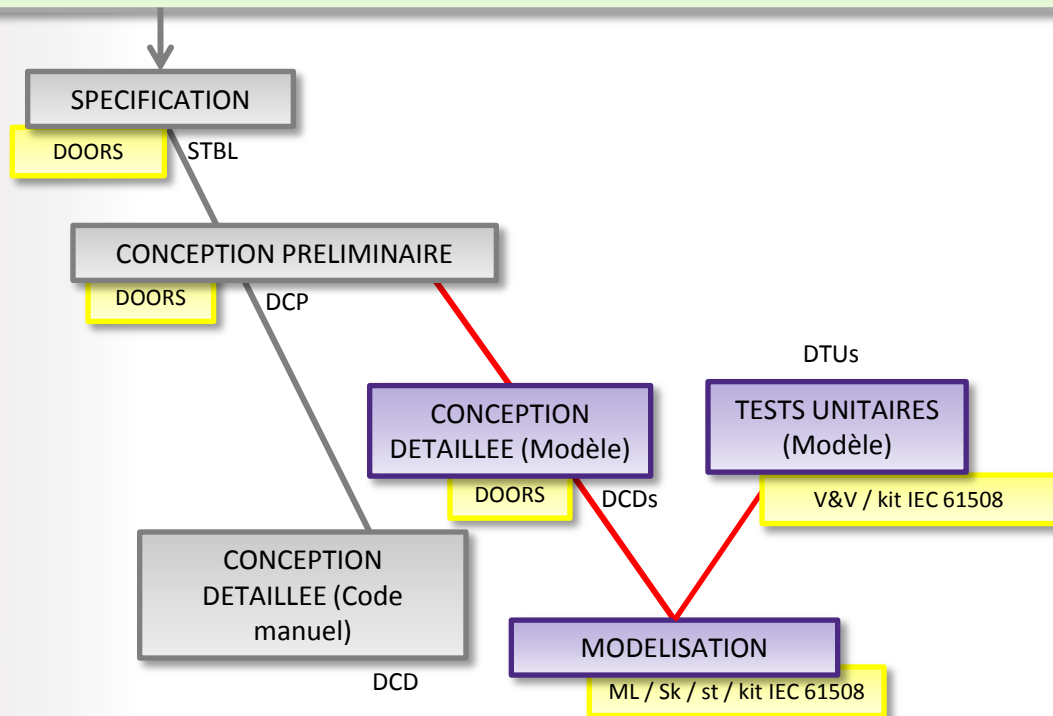
**Proposition de SCALIAN, s'appuyant sur son expertise issue principalement de l'aéronautique et intégrant les notions de logiciel sécuritaire et non sécuritaire**

## Collaboration NEXTER/SCALIAN



# Le développement du LCCS CPT40

Enoncé des Travaux, CDC, Prototypes Simulink (Algorithmes FEU), Messageries, Tests particuliers





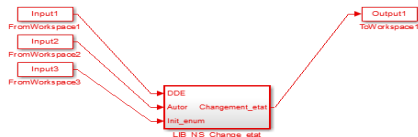
# Les outils développés

## TU

- Sélection du ou des fichiers à dérouler sur la fonctionnalité concernée via l'IHM



Date de test	Items	DES_STA1_NVA	DES_STA2_NVA	DES_STA3_NVA	DES_STA4_NVA
COBS_00200_1	0	Pas_de_demande	Desactive	Desactive	Desactive
COBS_00200_2	0.01	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_3	0.02	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_4	0.03	Demande	Desactive	Active	Desactive
COBS_00200_5	0.04	Demande	Desactive	Active	Desactive
Fin de test	0.05	Demande	Desactive	Active	Desactive



CR généré identifiant les incohérences pour analyse

Date de test	Items	DES_STA1_NVA	DES_STA2_NVA	DES_STA3_NVA	DES_STA4_NVA
COBS_00200_1	0	Pas_de_demande	Desactive	Desactive	Desactive
COBS_00200_2	0.01	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_3	0.02	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_4	0.03	Demande	Desactive	Active	Desactive
COBS_00200_5	0.04	Demande	Desactive	Active	Desactive
Fin de test	0.05	Demande	Desactive	Active	Desactive

Date de test	Items	DES_STA1_NVA	DES_STA2_NVA	DES_STA3_NVA	DES_STA4_NVA
COBS_00200_1	0	Pas_de_demande	Desactive	Desactive	Desactive
COBS_00200_2	0.01	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_3	0.02	Pas_de_demande	Active	Desactive	Active
COBS_00200_4	0.03	Demande	Desactive	Active	Desactive
COBS_00200_5	0.04	Demande	Desactive	Active	Desactive
Fin de test	0.05	Demande	Desactive	Active	Desactive

### Coverage Report for LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid

**Table of Contents**

- Analysis Information
- Summary
- Details
- Details

**Analysis Information**

**Model Information**

Model version: 1.0  
 Author: I.DANT  
 Last saved: Thu Mar 16 14:28:29 2017

**Simulation Optimization Options**

Initial parameters: on  
 Block reduction: Simul off  
 Conditional branch optimization: on

**Coverage Options**

Analyzed model: LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid  
 Logic block short circuiting: off

**Tests**

Test 1

Start execution: 16-Mar-2017 14:29:01  
 End execution: 16-Mar-2017 14:29:01

**Summary**

Model Hierarchy/Complexity: Yes / 84

LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid / 100%

LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation / 3 items

**Details**

**1. Model "LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid"**

Child Systems: LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation

Metric	Coverage (this object)	Coverage (incl. descendants)
Cyclomatic Complexity	3	4
Decision (D1)	3/4	100% (4/4) decisions outcomes

**2. Subsystem block "LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation"**

Parent: LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid

Metric	Coverage (this object)	Coverage (incl. descendants)
Cyclomatic Complexity	3	3
Decision (D1)	3/4	100% (4/4) decisions outcomes

**Switch block "Switch1"**

Parent: LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation\_Valid/LIB\_NS\_Fct\_Stabilisation

Metric	Coverage
Cyclomatic Complexity	1
Decision (D1)	100% (2/2) decisions outcomes

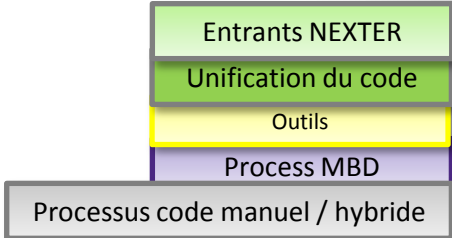
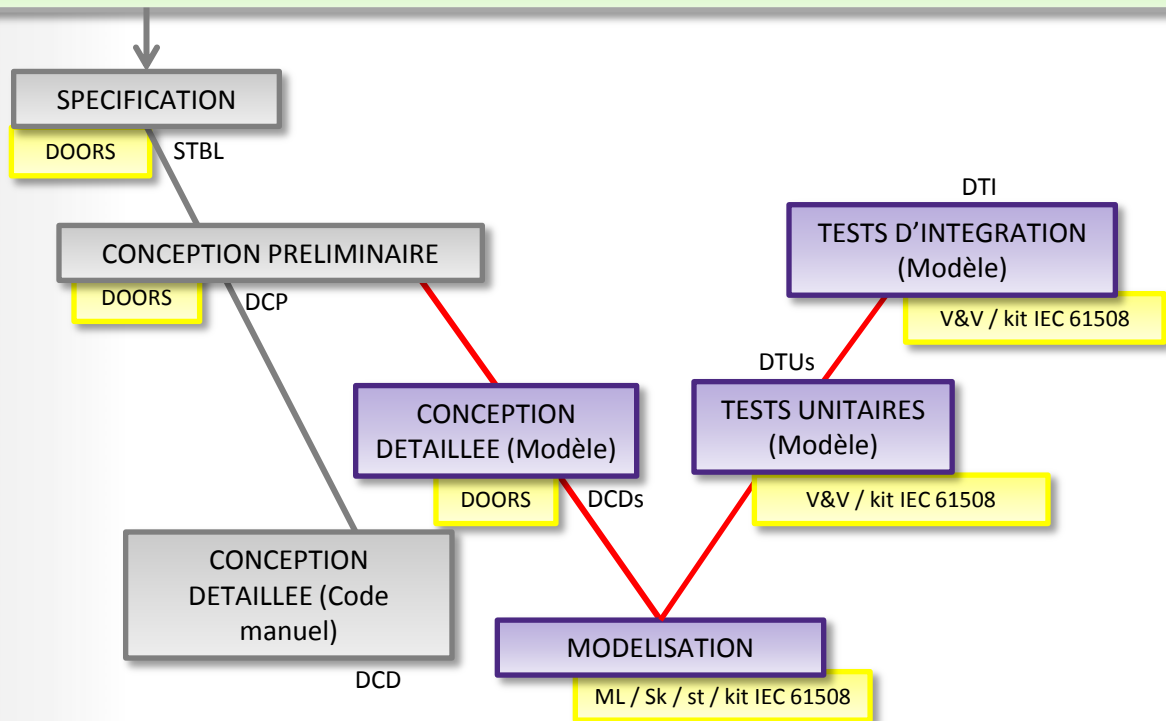
**Decisions analyzed**

Logical trigger input	Coverage
False (input in Block 3rd input port)	100%
True (input in Block 3rd input port)	0%
True (input in Block 1st input port)	0%

**Switch block "Switch1"**

# Le développement du LCCS CPT40

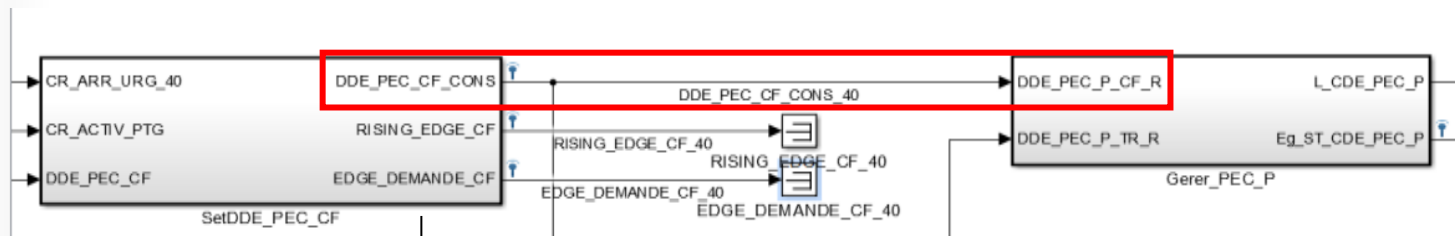
Enoncé des Travaux, CDC, Prototypes Simulink (Algorithmes FEU), Messageries, Tests particuliers



# Les outils développés

## TI

- Lancement de l'outil par ligne de commande MATLAB

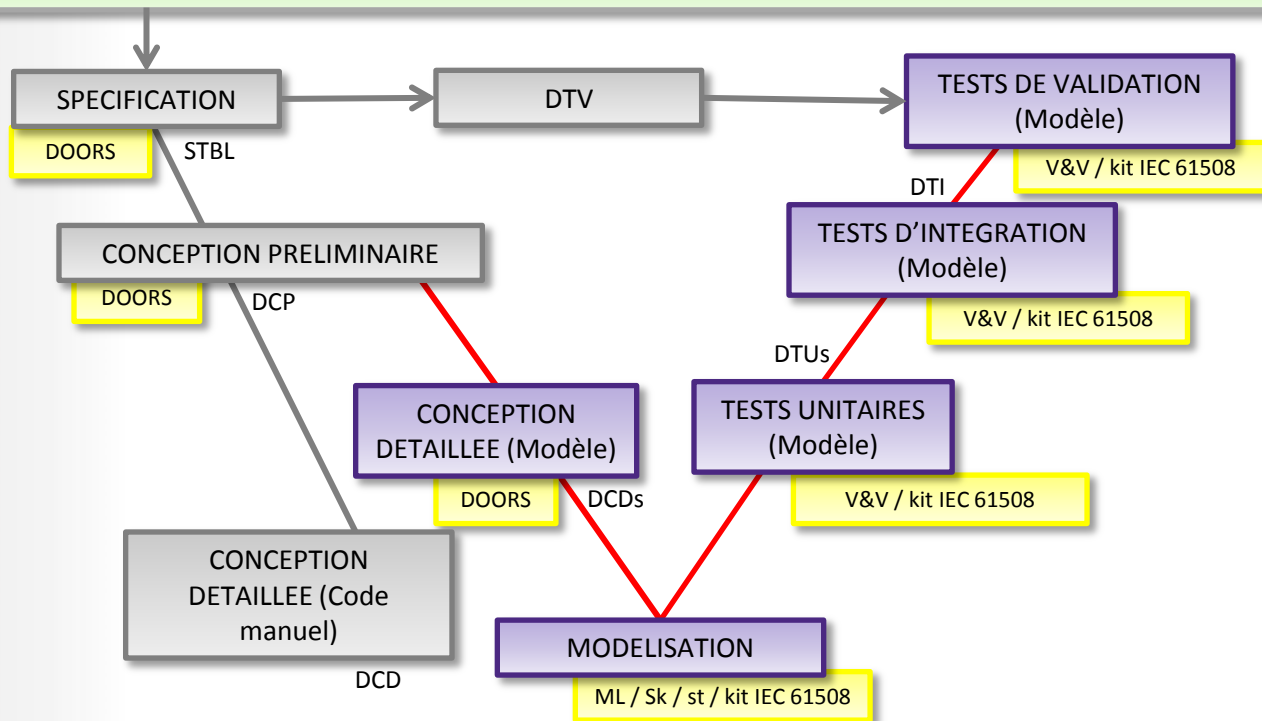


CR généré identifiant les incohérences pour vérification manuelle

Chemin port sortie dans sous-système	Nom port sortie dans sous-système	Chemin port sortie	Nom port sortie	Statut Out	Justification	Exigence DCP	Statut DCP	Justification
FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40/PEC_T40/Gener_PEC_P	L_CDE_PEC_P	FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40/PEC_T40	L_CDE_PEC_P	OK		REQ_DCP_GAD_00130 REQ_DCP_GAD_00160	N/A	A vérifier par inspection pour l'exigence - REQ_DCP_GAD_00130 La donnée est bien présente dans l'exigence - REQ_DCP_GAD_00160
FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40/PEC_T40	L_CDE_PEC_P	FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40	L_CDE_PEC_P	OK		REQ_DCP_GAD_00120 REQ_DCP_GAD_00130	N/A	A vérifier par inspection pour les exigences - REQ_DCP_GAD_00120 REQ_DCP_GAD_00130
FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40/Op_ETA_ACTIV_PTG	ETA_ACTIV_PTG	FO_GAD_S_Valid/FO_GAD_S/GAD_S_basse/GAD_T40	ETA_ACTIV_PTG_40	NOK	Ce sous-système est une librairie utilisée à plusieurs endroits dans le code. Les entrées et/ou les sorties de cette librairie ont des noms génériques.	REQ_DCP_GAD_00120 REQ_DCP_GAD_00180	N/A	A vérifier par inspection pour l'exigence - REQ_DCP_GAD_00120 La donnée est bien présente dans l'exigence - REQ_DCP_GAD_00180

# Le développement du LCCS CPT40

Enoncé des Travaux, CDC, Prototypes Simulink (Algorithmes FEU), Messageries, Tests particuliers

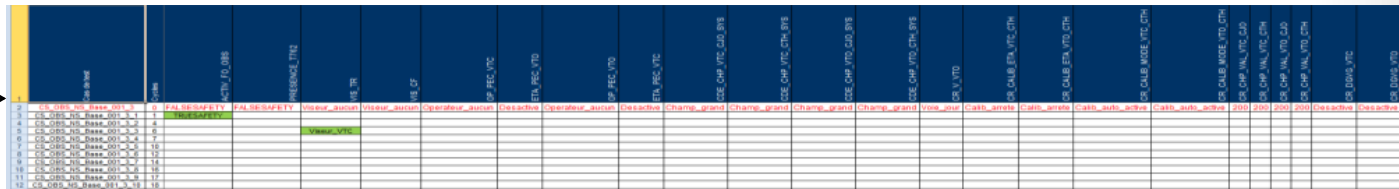
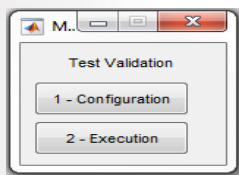


Entrants NEXTER  
 Unification du code  
 Outils  
 Process MBD  
 Processus code manuel / hybride

# Les outils développés

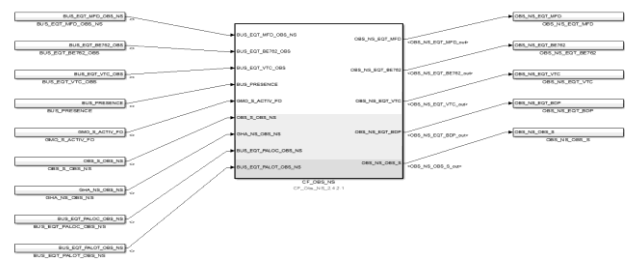
## TV

- Sélection du ou des fichiers à dérouler sur la fonctionnalité concernée via l'IHM



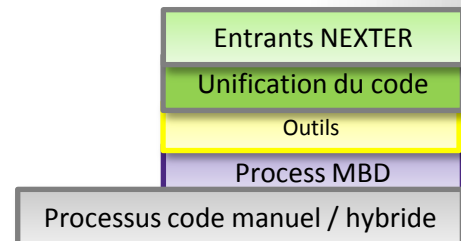
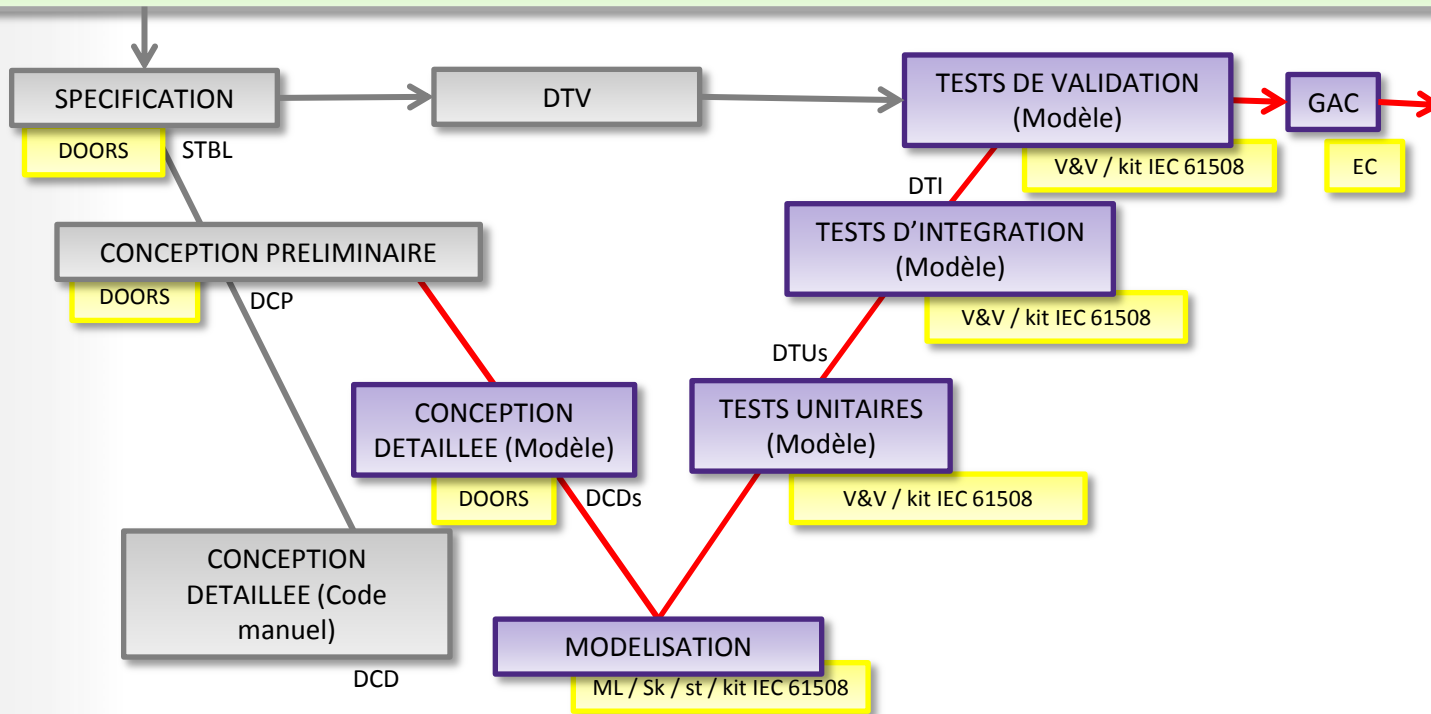
Référentiel des résultats de test du Module : CF_OBS_NS			
<b>Référentiel Documentaire</b>			
Type	Nom	N° Simulation	Version
TV	TV_FO_OBS_NS_Base_001_S.xlsx	1	2.0
<b>Résultats</b>			
Modèle	Version	Date	Statut
CF_OBS_NS_Valid.slx		07/07/2016 10:22:47	OK

← **CR généré  
identifiant les  
incohérences  
pour analyse**



# Le développement du LCCS CPT40

Enoncé des Travaux, CDC, Prototypes Simulink (Algorithmes FEU), Messageries, Tests particuliers



# La Génération Automatique de Code (GAC)

Processus :



## I) Définition des différents niveaux d'architecture du Code auto

1. Brique unitaire



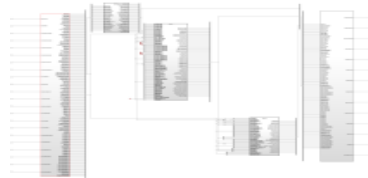
2. Élément générique



3. Fonction Organe (FO)



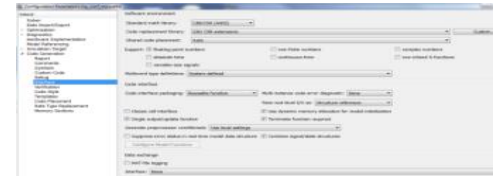
4. Chaîne fonctionnelle (CF)



## II) Paramétrage des modèles (CF, FO)

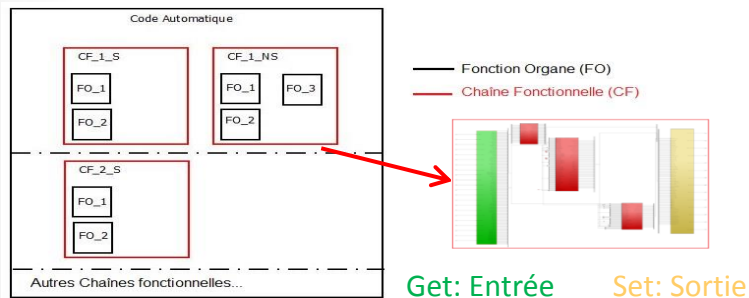
1. Adaptation à la cible

2. Optimisation pour intégration dans le code manuel



# La Génération Automatique de Code (GAC)

## III) Modèle de GAC (CF)



Model CF = FO(s) + interfaçage (storage class)

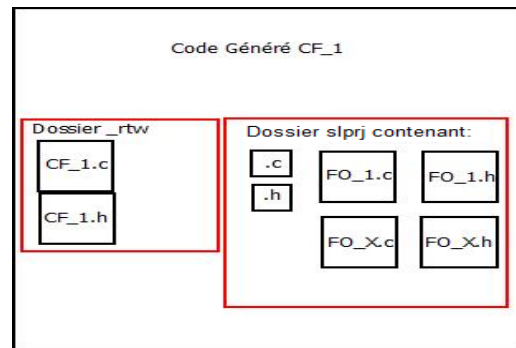


Lien entre espaces « mémoire partagée » et entrées/sorties (E/S) du modèle. La storage class LCCS utilise un package customisé qui manipule des BUS et BUS de BUS pour les E/S du modèle.

## VI) Code généré pour chaque CF

Dossier zippé :

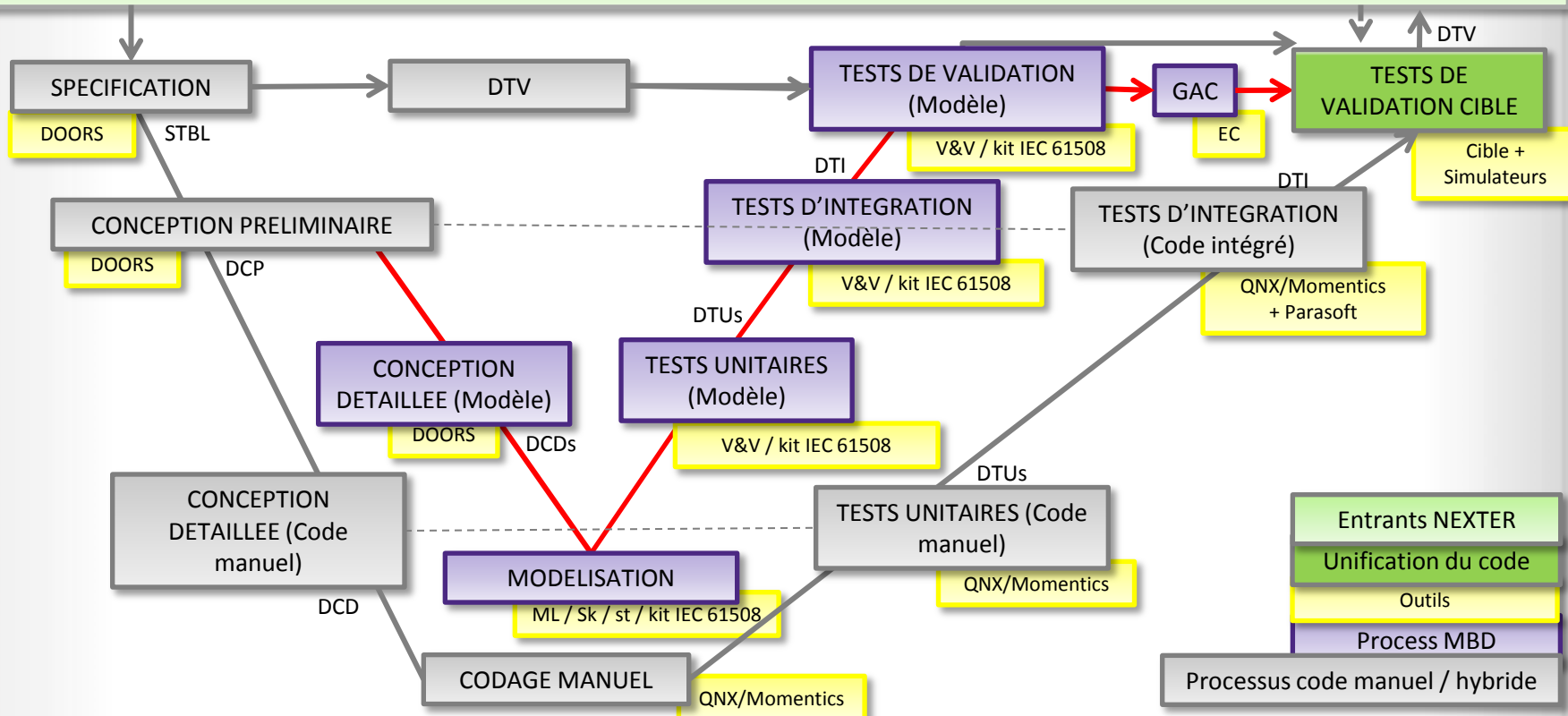
- \*\_rtw «.c» et «.h» principaux
- \*slprj
- \*shareutils (fichier partagé)
- \*Dossier FO («.c» et «.h» par FO)





# Le développement du LCCS CPT40

Enoncé des Travaux, CDC, Prototypes Simulink (Algorithmes FEU), Messageries, Tests particuliers



**Entrants NEXTER**

- Unification du code
- Outils
- Process MBD

Processus code manuel / hybride

## Bilan du projet

### Bilan des phases de test du logiciel

- Sur banc de test logiciel (équipements externes simulés)
- Sur banc de test système « éclaté »
- Sur véhicule : en cours

### Bilan global

- **Temps d'intégration** système et de mise à disposition pour la validation **très court** :  
7 versions logicielles majeures en 2<sup>1/2</sup> ans
- **Peu d'anomalies fonctionnelles** :
  - Traitement des « bugs logiciels » en amont via TU, TI, TV Simulink
  - Écarts fonctionnels = compréhension divergente ou défaut de spécification système

# RETEX vs MathWorks



## **RETEX sur Outils MathWorks**

### **Modélisation**

**++** Simulink/Stateflow : outils intuitifs

### **Simulation**

**++** Automatisation des tests par ligne de commande MATLAB

### **Génération de code**

**++** Interfaçage des fichiers générés avec le noyau du logiciel aisé

### **Autres (safety, liens vers les exigences, ...)**

**++** Traçabilité DOORS / Simulink

**--** Traçabilité des exigences dans le code généré, à partir de librairie générique

ET APRÈS ...



## Futures Collaborations NEXTER/SCALIAN

### Points positifs à répliquer

- Méthodologie de développement
- Utilisation des outils internes développés notamment pour les tests

### Voies d'amélioration

- Généralisation de la gestion des évènements et mise à jour des outils pour les prendre en compte
- Intégration des routines de vérification à ModelAdvisor

### Prochains projets NEXTER

- Trois autres projets sont actuellement réalisés sur le même principe que celui-ci, en **MBD via la suite MathWorks**

**nexter**

**SCALIAN**  
ALYOTECH

# QUESTIONS / RÉPONSES

**Société NEXTER Systems**

11, allée des Marronniers,  
78022 Versailles Cedex

[www.nexter-group.fr](http://www.nexter-group.fr)

**Société SCALIAN ALYOTECH**

2/6 Place du Général de Gaulle  
92184 Antony Cedex

[www.scalian.com](http://www.scalian.com)