



HAL
open science

AEE : un projet pour la conception des logiciels embarqués dans l'automobile

Françoise Simonot-Lion

► **To cite this version:**

Françoise Simonot-Lion. AEE : un projet pour la conception des logiciels embarqués dans l'automobile. Journées ASPROM - UIMM " Logiciels et systèmes embarqués " 2001, ASPROM - UIMM, 2001, Paris/France, 51 p. inria-00107543

HAL Id: inria-00107543

<https://inria.hal.science/inria-00107543>

Submitted on 19 Oct 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AEE

Architecture Electronique Embarquée

Un projet pour la conception des logiciels embarqués dans l'automobile

Françoise Simonot-Lion

INPL - LORIA (UMR CNRS 7503) - Nancy

simonot@loria.fr

ASPROM

Logiciels et systèmes embarqués

Paris - 11 et 12 décembre 2001

Plan

- Contexte général
- Problématique et motivations
- Standardisation des architectures
- AIL-transport
- Niveaux d'abstraction d'un système
- *Projet véhicule - Niveau fonctionnel* → Objets
- Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- *Niveau matériel - Niveau logiciel* → Activités
- *Niveau opérationnel*
- Conclusions et perspectives

Plan

■ Contexte général

- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-transport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

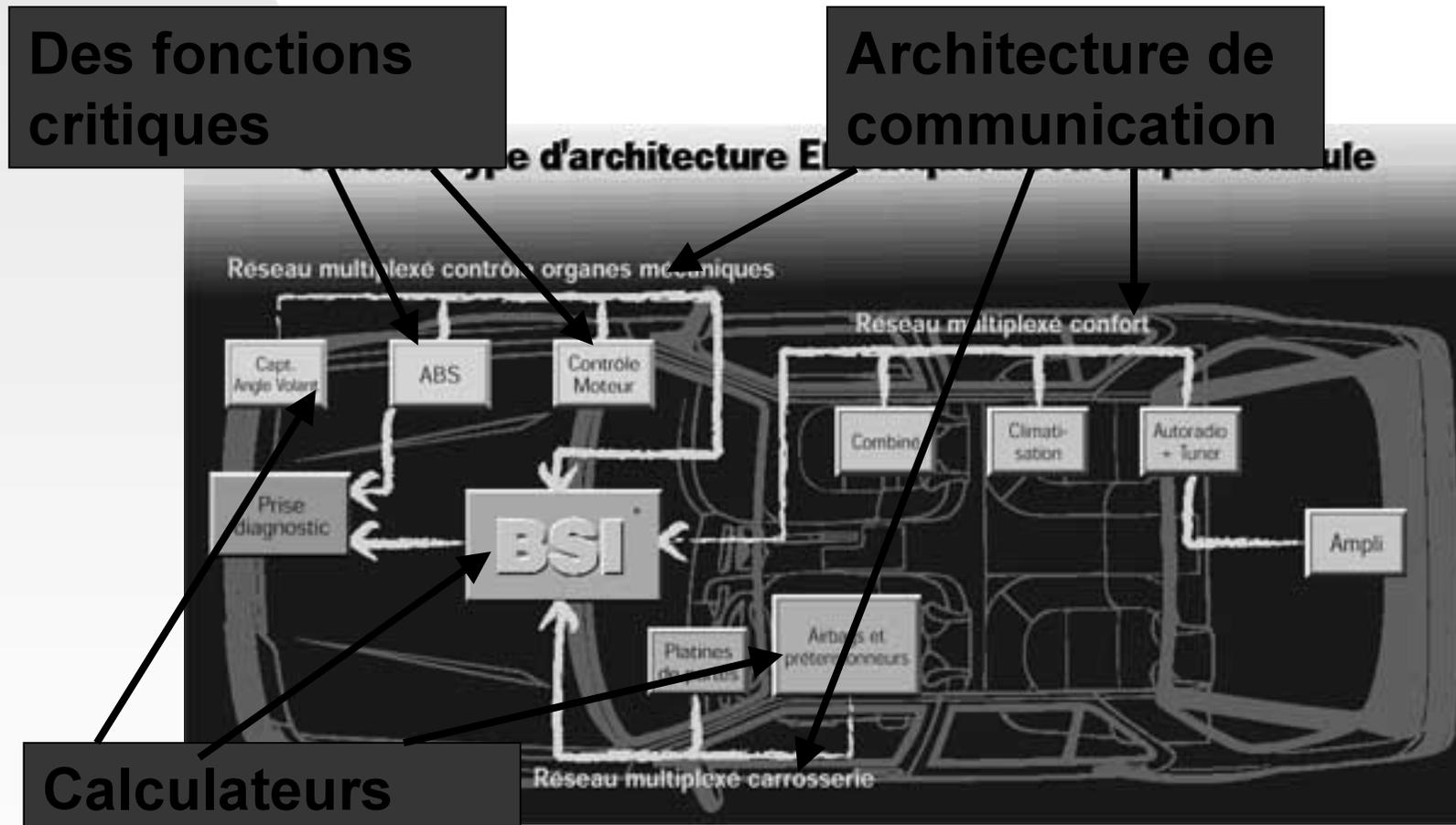
Contexte général

Les systèmes électroniques embarqués dans l'automobile - quelques chiffres

- 40 millions de voitures produites dans le monde (1998)
- *faible progression de la production automobile*
- valeur des systèmes électronique en 1995: 37 milliards \$
↓ *progression de 10% par an*
- valeur des systèmes électronique en 2000: 60 milliards \$
- **coût électronique / coût véhicule = 20%**

Contexte général

Les systèmes électroniques embarqués dans l'automobile



Contexte général

Acteurs du développement

- **cycle de développement partagé entre**
 - **équipementiers**
 - **constructeurs**
- **relations constructeurs / équipementiers**
 - **propriétés intellectuelles**
 - **échange de documents et / ou produits**
 - **boîte noire / boîte grise / boîte blanche**
 - **cahier des charges (exigences) / test**

Plan

- ≡ Contexte général

- **Problématique et motivations**

- ≡ Standardisation des architectures

- ≡ AIL-traneport

- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système

- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*

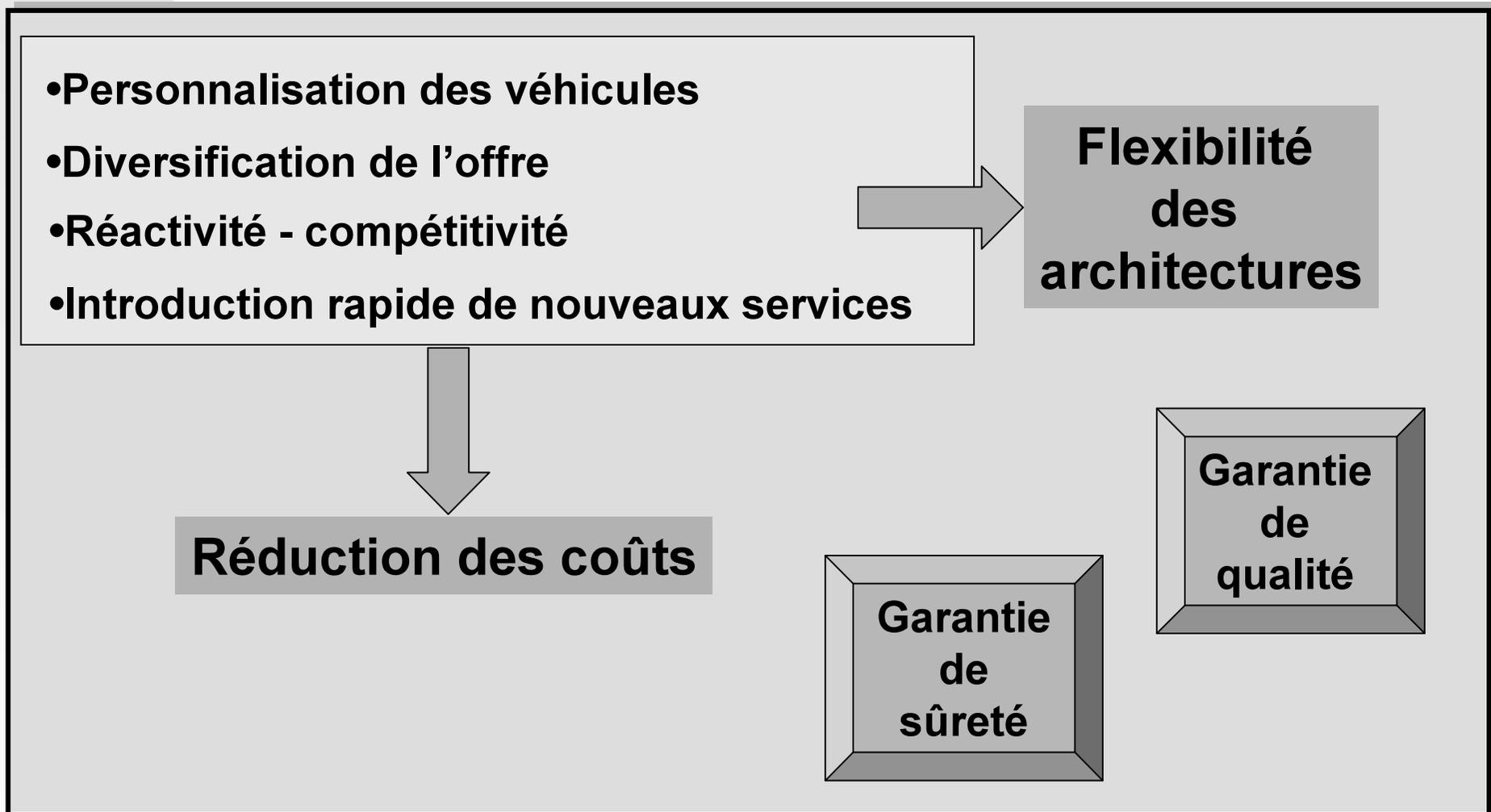
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation

- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*

- ≡ *Niveau opérationnel*

- ≡ Conclusions et perspectives

Problématique et motivations



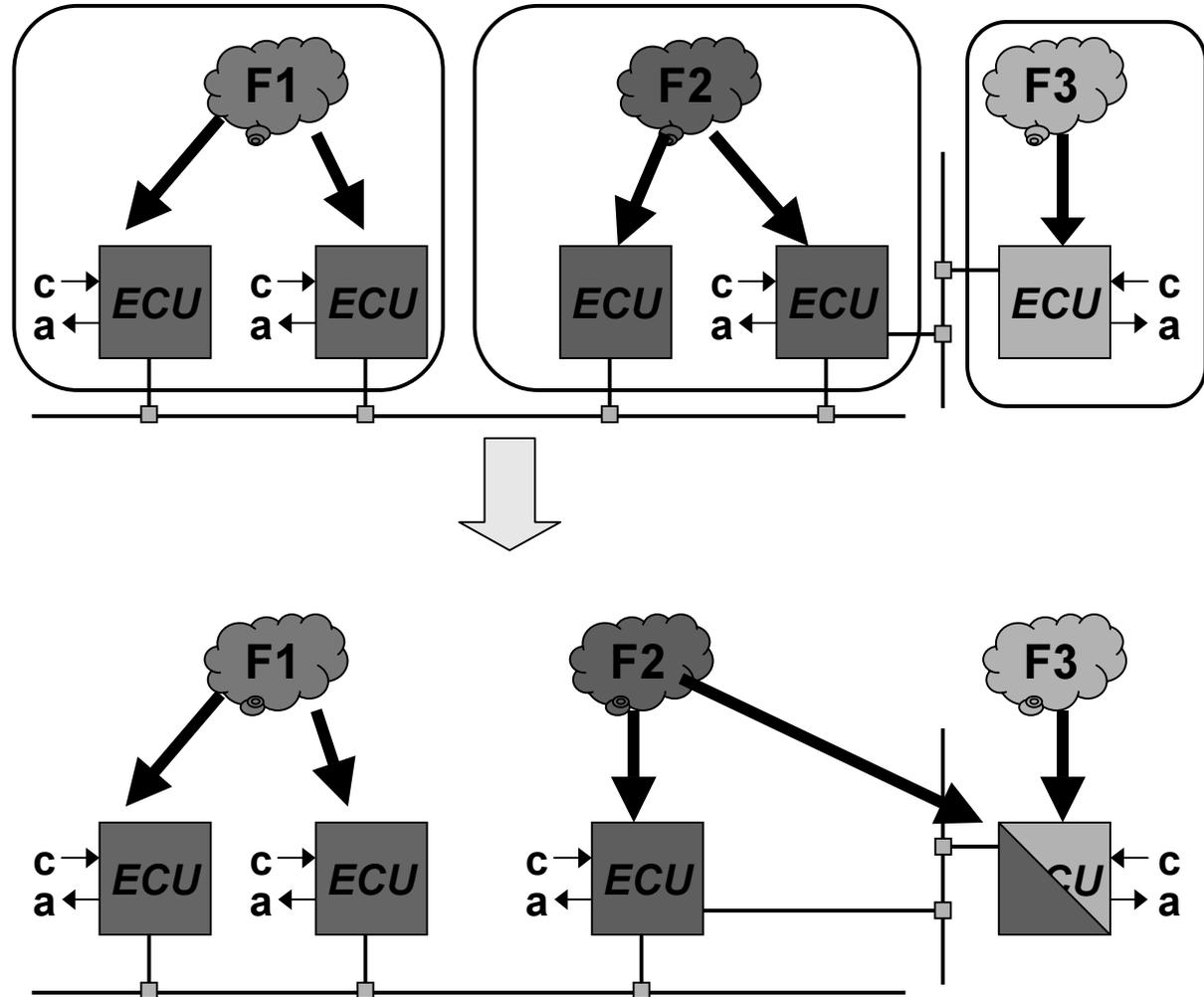
Problématique et motivations

Réduction
des coûts

Optimiser

- le matériel
et
- la distribution
(logiciel/matériel)

ECU : calculateur
c : capteur
a : actionneur



Problématique et motivations

**Flexibilité
des
architectures**



- **Construire une architecture par composition de composants (« plug and play »)**
- **Réutiliser des composants (composants sur étagère - « COTS »)**

Problématique et motivations

**Maîtriser le processus de développement
par une approche :**

- ***composants***
- **composition de composants (*systeme*)**

sous des contraintes de qualité et de sûreté

Assurer l'indépendance :
matériel / logiciel
logiciel / logiciel

Problématique et motivations

AEE
Architecture Electronique Embarquée

<http://aee.inria.fr>

Constructeurs :

PSA PEUGEOT CITROËN



Laboratoires de recherche :

INRIA **IRCYN**



Equipementiers :



SIEMENS

Valeo

+ EADS Launch Vehicles

Financé par le Ministère de l'Industrie (septembre 1998 - décembre 2001)

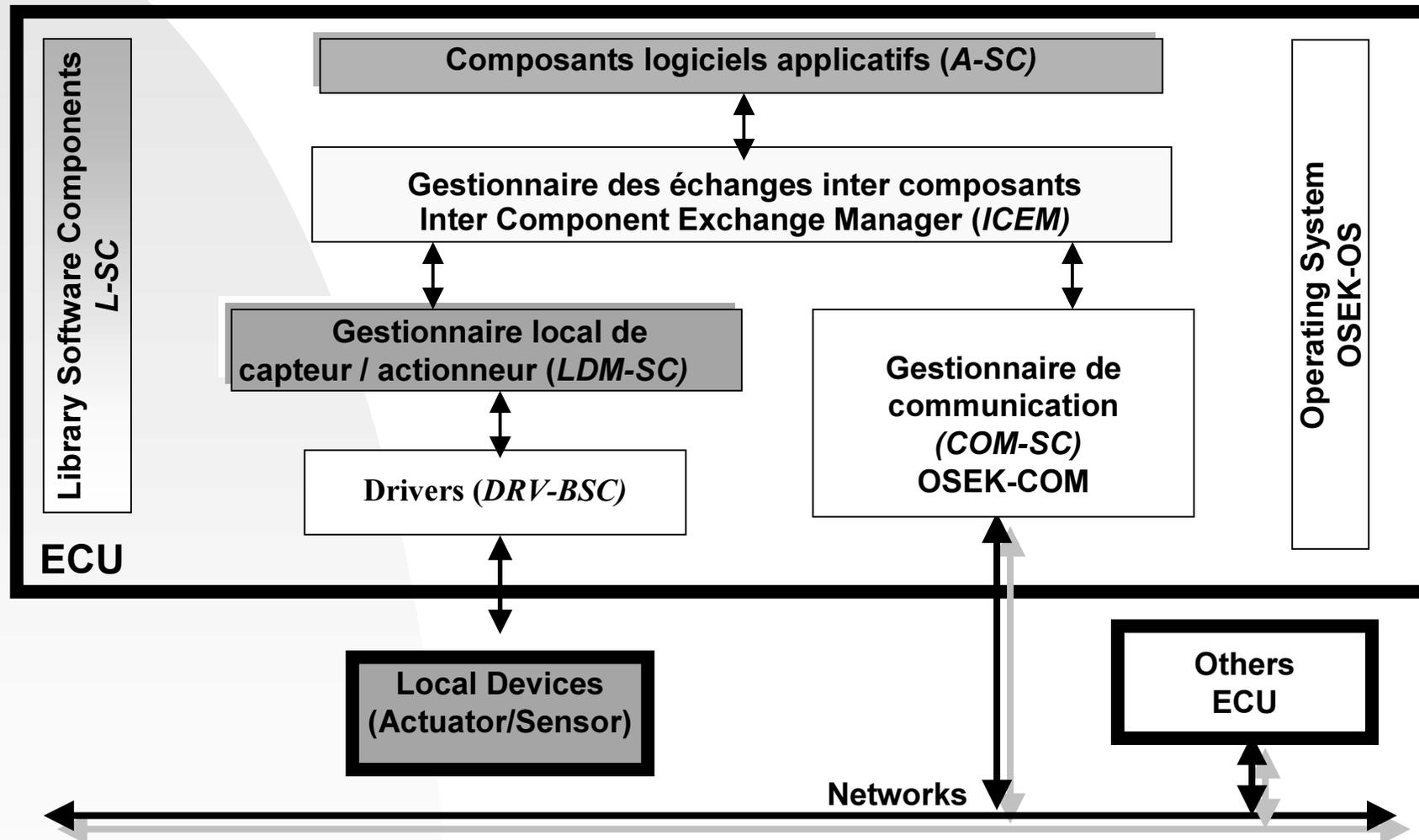
Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations

■ Standardisation des architectures

- ≡ AIL-traneport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

Architecture logicielle embarquée - standardisation



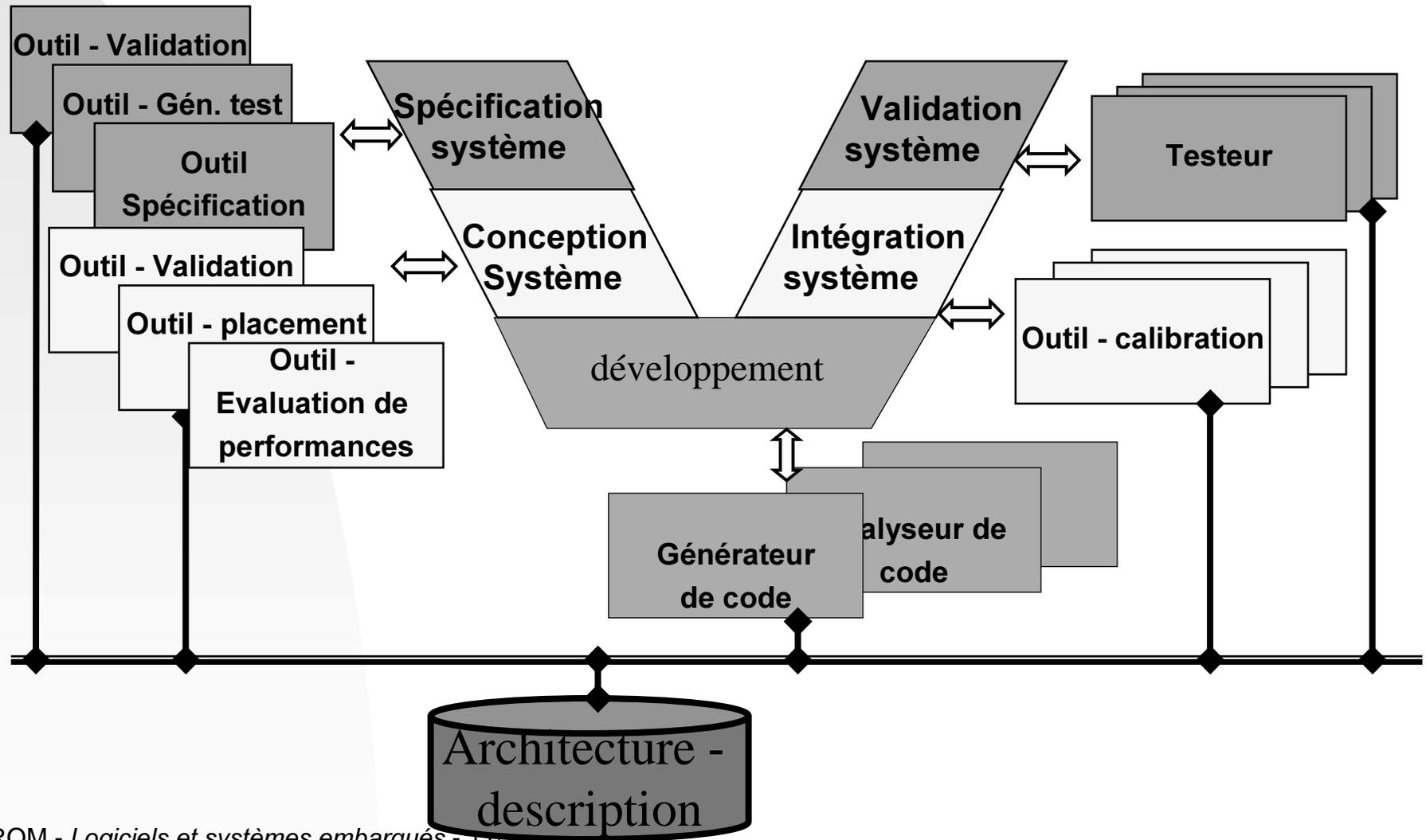
Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures

■ ALL-transport

- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

AIL_Transport



AIL_Transport

Architecture Implementation Language pour les applications dans le domaine du transport : AIL_Transport

- Définit un référentiel commun pour modéliser tout ou partie d'une architecture électronique embarquée
- Facilite les échanges entre les acteurs
- Est utilisé à toute étape du processus de développement

Diagramme de classes UML

Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-traneport

■ Niveaux d'abstraction d'un système

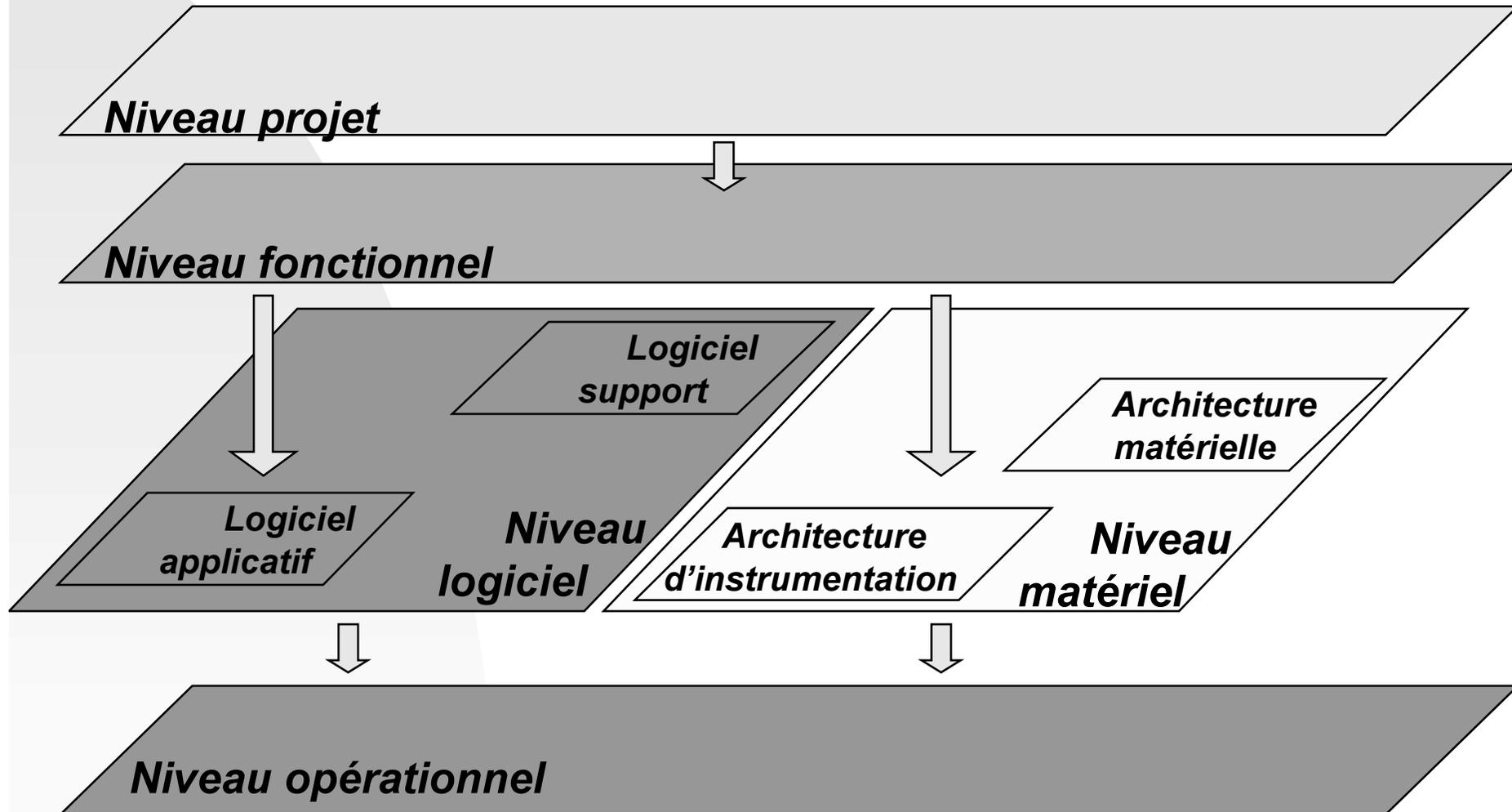
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

Niveaux d'abstraction d'un système

- Définissent des points de vue sur tout ou partie d'une architecture électronique embarquée
- Relèvent de 3 cadres d'utilisation différents
 - une vue de haut niveau (spécification du produit - spécification fonctionnelle)
 - une vue de bas niveau décrivant le système tel qu'il est
 - une vue intermédiaire décrivant le système sous son angle logiciel et matériel

Niveau de l'implantation

Niveaux d'abstraction d'un système



Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-traneport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système

■ **Projet véhicule - Niveau fonctionnel**

- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

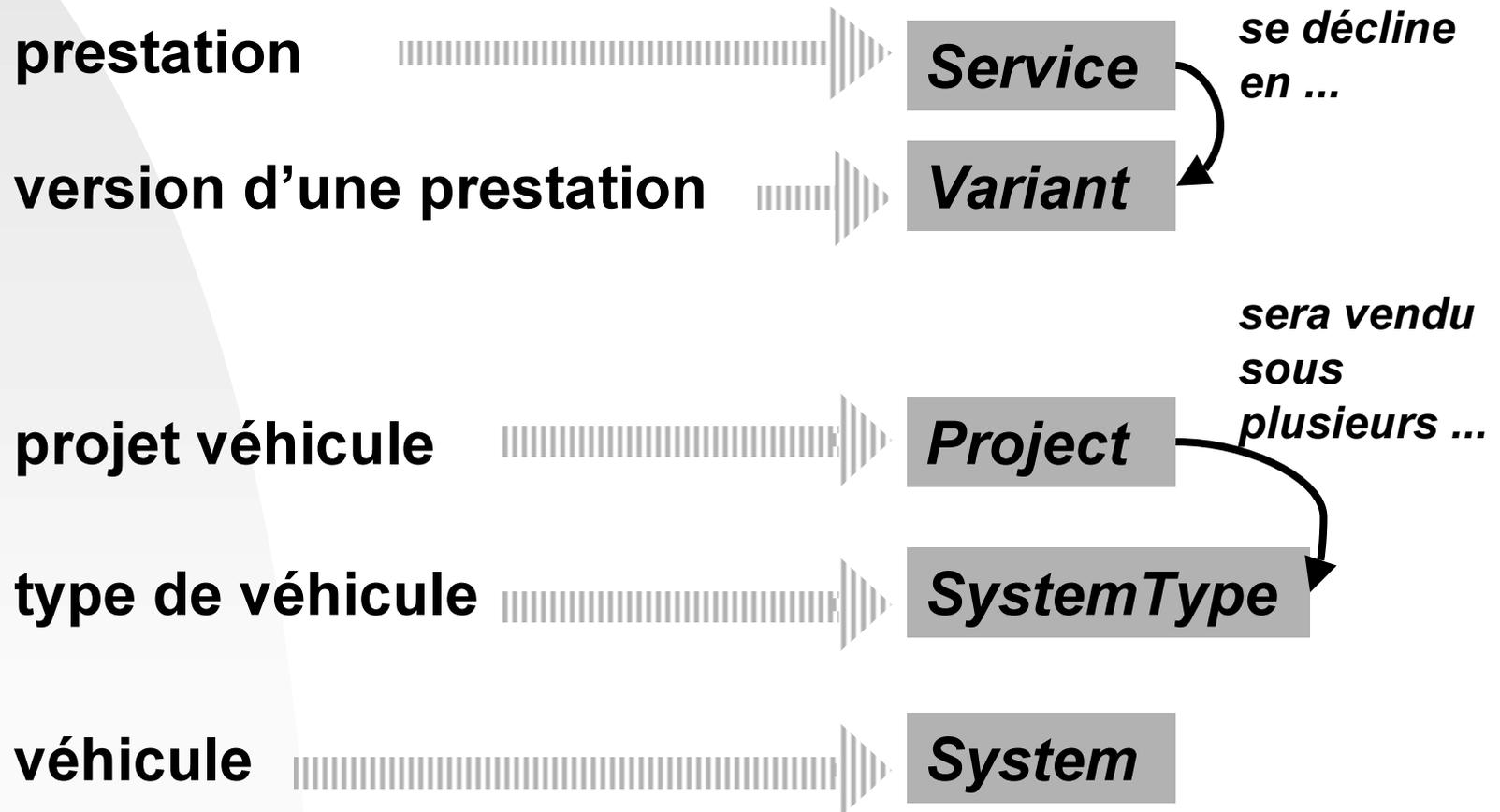
AIL_Transport : Objets au niveau projet véhicule

permettent de modéliser la *variété* des différents véhicules d'un projet (gamme) suivant :

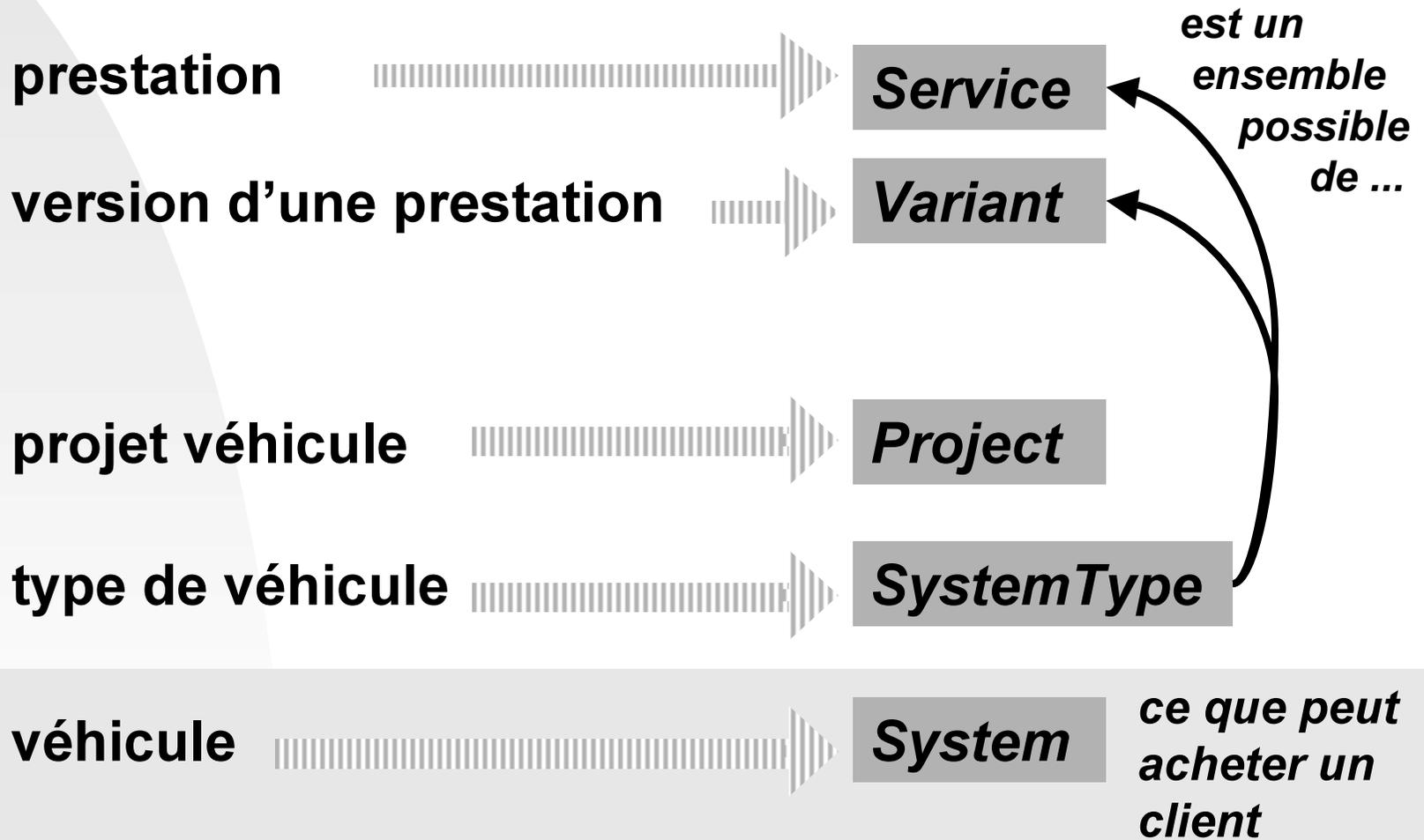
- le type (luxe, standard, ...)
- les choix offerts au client (alternative ou option)

- Un **véhicule** est la réalisation d'un ensemble de **prestations**
- Suivant le **type** du véhicule, des **prestations** sont fournies ou en options
- Une **prestation** peut se décliner en plusieurs **versions**
- Suivant le **type** du véhicule, une **prestation** possible est fournie dans une **version** imposée ou choisie par le client parmi des **versions** proposées

AIL_Transport : Objets au niveau projet véhicule



AIL_Transport : Objets au niveau projet véhicule



AIL_Transport : Activités au niveau projet véhicule

- **validation de cohérence**

*exemple: tout système électronique possible (objet **System**) embarqué dans un véhicule d'une gamme donnée (objet **Project**) réfère des prestations (objet **Service**) existantes dans une version (objet **Variant**) existante et possible pour le type du véhicule (objet **SystemType**) et la prestation choisie*

- **documentation**

AIL_Transport : Objets au niveau fonctionnel

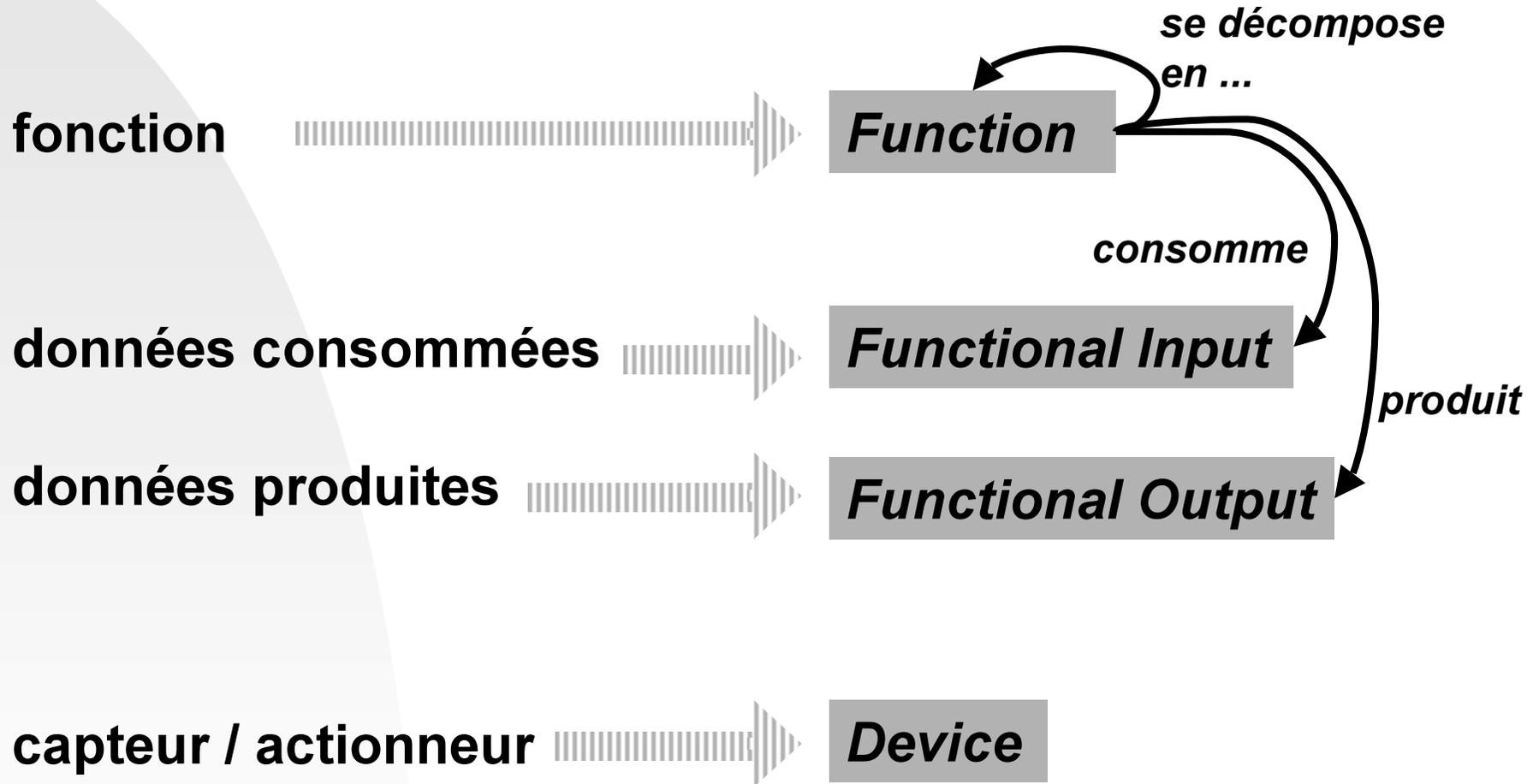
permettent de modéliser la spécification fonctionnelle d'un véhicule donné abstraction faite de la distribution et de l'implantation

- chaque **version** d'une **prestation** est réalisée par une **fonction**
- il peut y avoir (lors des études) plusieurs solutions alternatives
- à chaque **véhicule** correspond plusieurs "**organisations**" d'un ensemble de fonctions
- il peut y avoir (lors des études) plusieurs solutions alternatives

AIL_Transport : Objets au niveau fonctionnel

- **toute fonction est éventuellement
consommatrice de données fonctionnelles en
entrées
productrice de données fonctionnelles en sorties**
- **le modèle supporte les entités source et puits de
données (capteurs / actionneurs)**
- **l'organisation des fonctions repose sur les flux de
données entre ces fonctions**
- **le modèle supporte une spécification hiérarchique**

AIL_Transport : Objets au niveau fonctionnel



AIL_Transport : Objets au niveau fonctionnel

organisation des
fonctions / véhicule



Functional Architecture

contient des ...

Function

est reliée à d'autres fonctions
ou device par ses ...

Functional Input

Functional Output

via des ...

Connexion fonction / fonction,
fonction / device:
flux de données



Functional Flow

AIL_Transport : Activités au niveau fonctionnel

- **validation de cohérence**

*exemple: dans une système embarqué (objet **FunctionalArchitecture**)
toute donnée consommée (objet **Functional Input**) par une
fonction (objet **Function**) est produite (objet **Functional
Output**) par une fonction ou un device.*

- **validation des spécifications fonctionnelles**

connexion à un outil (machine à états; prouveur)

- **documentation**

Plan

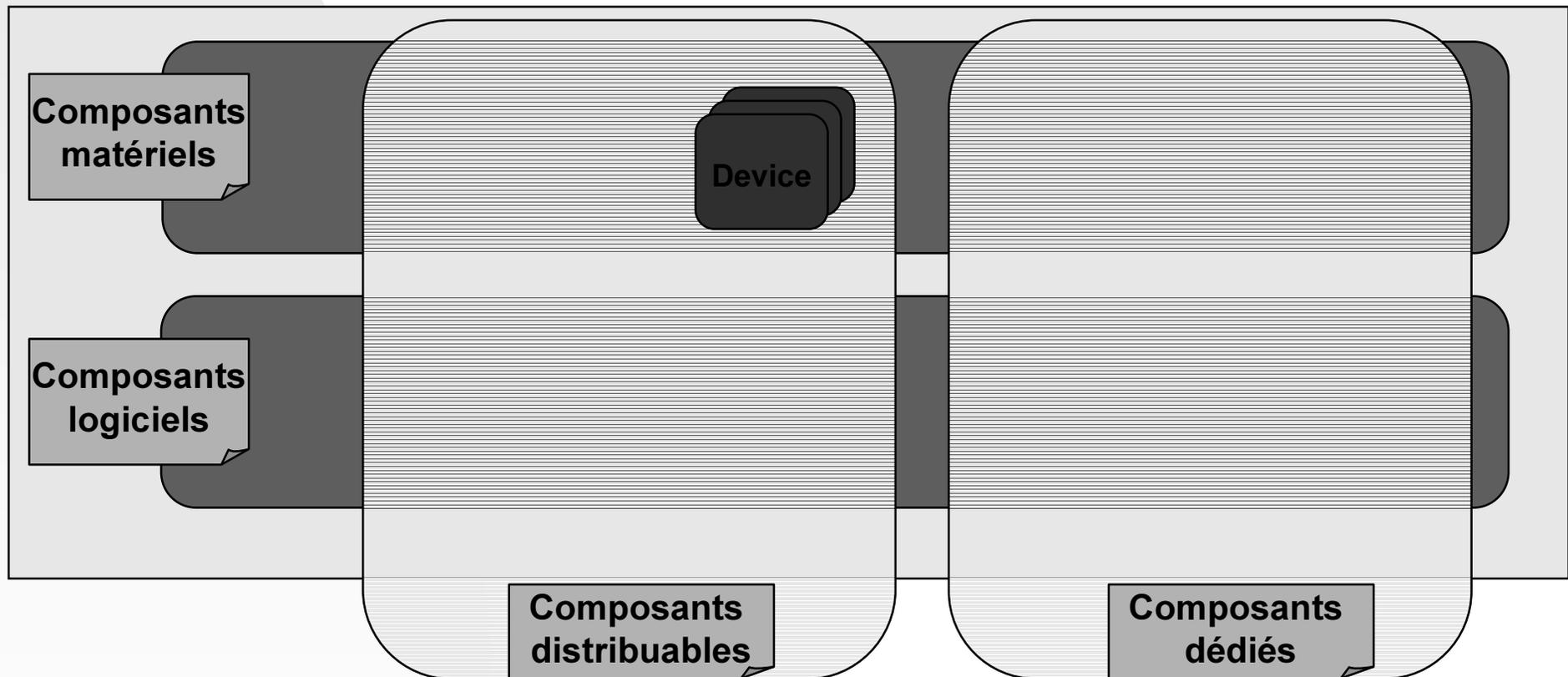
- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-traneport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*

■ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation

- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*
- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ *Conclusions et perspectives*

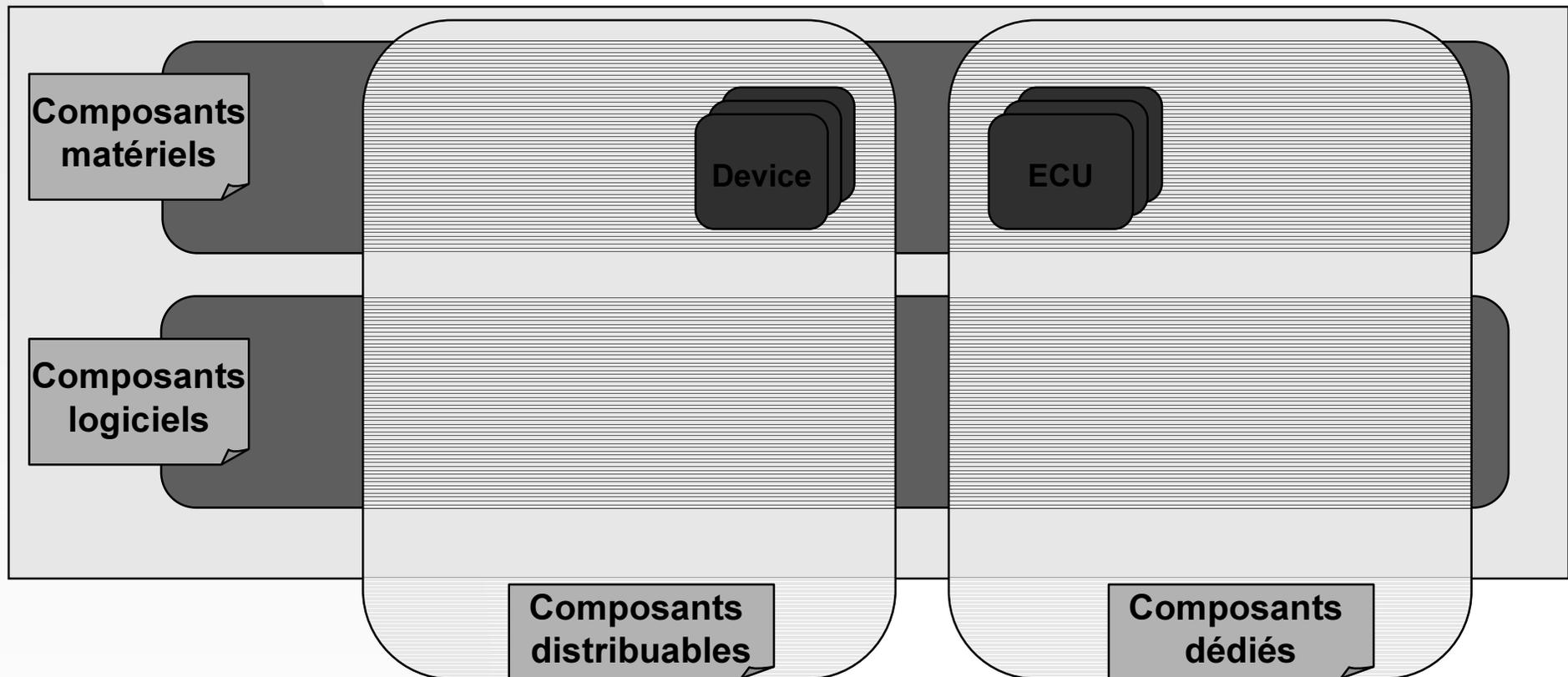
AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

•Capteurs / Actionneurs



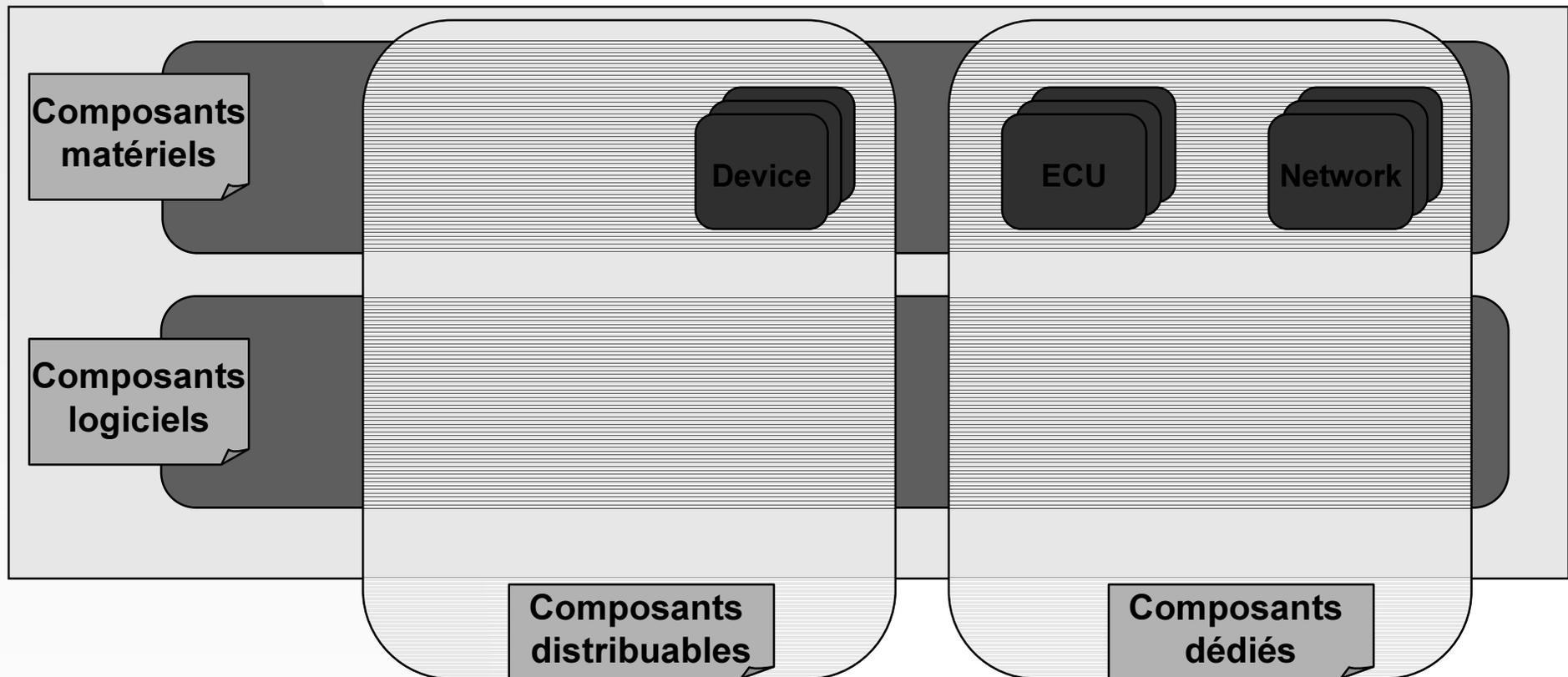
AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

• Calculateur



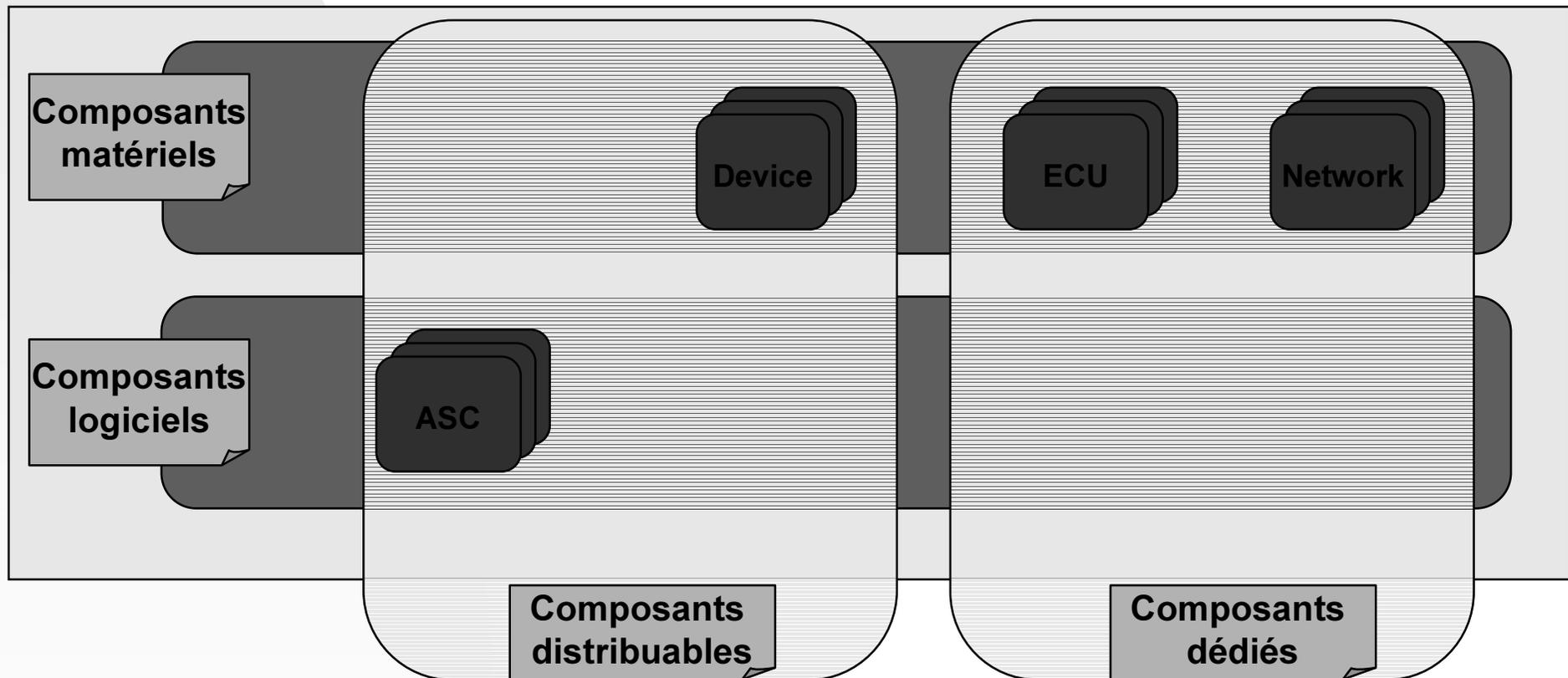
AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

• Moyens de communication



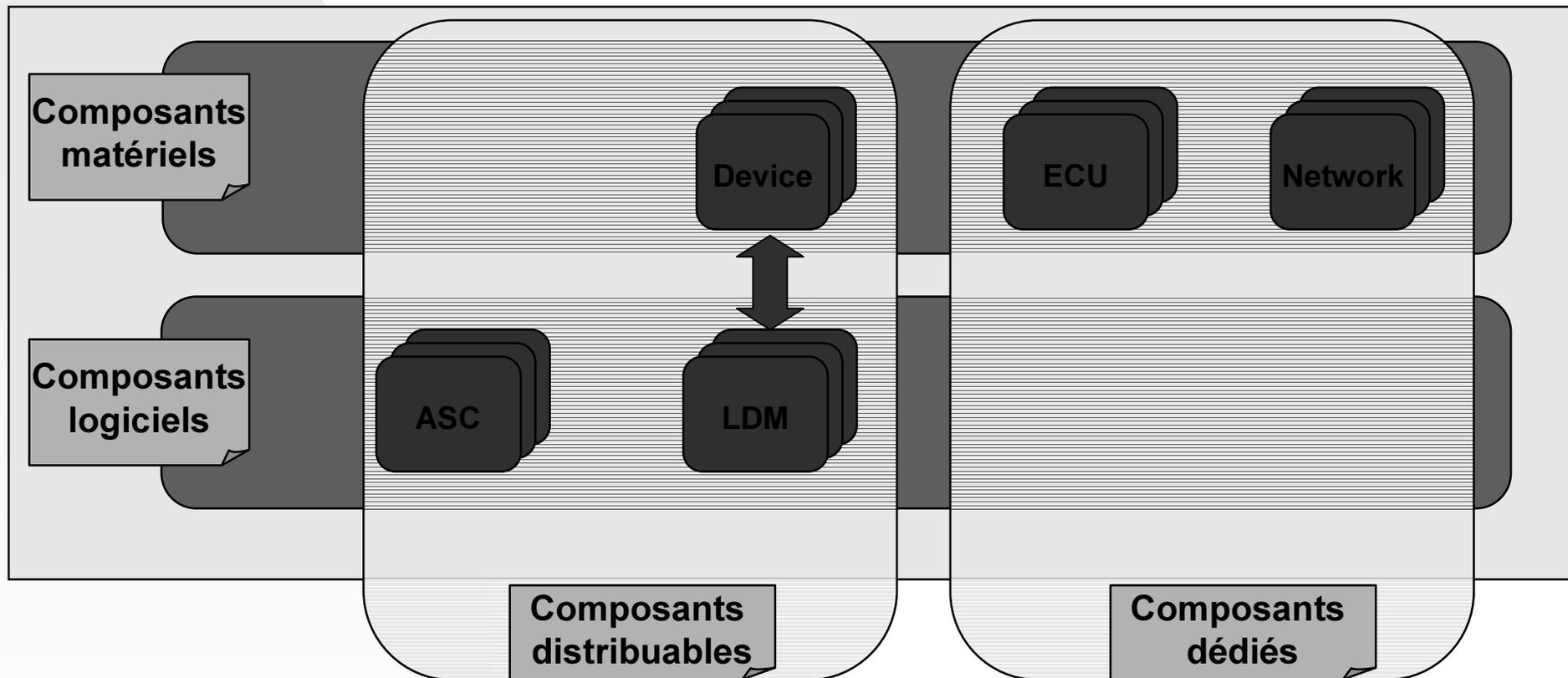
AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

• Composants logiciels applicatifs



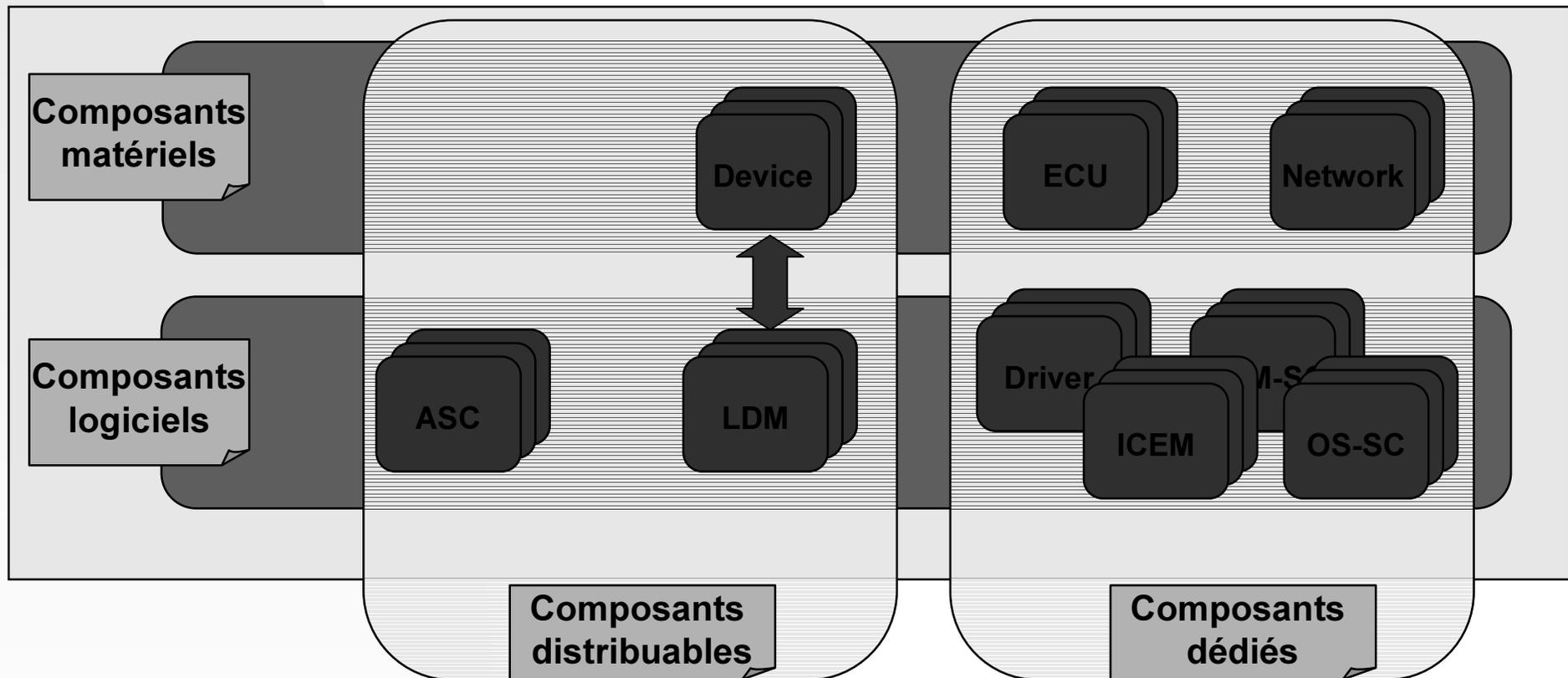
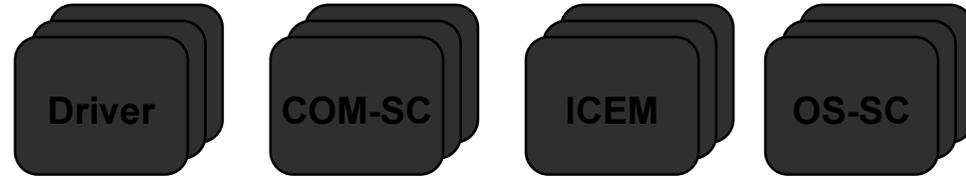
AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

- Gestionnaire local des capteurs / actionneurs



AIL_Transport : du niveau fonctionnel au niveau de l'implantation

• Divers mécanismes exécutifs



Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-transport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation

■ **Niveau matériel - Niveau logiciel**

- ≡ *Niveau opérationnel*
- ≡ Conclusions et perspectives

AIL_Transport : Objets au niveau logiciel

permettent de modéliser la partie du système réalisée sous forme de logiciel

- le modèle doit permettre la distinction entre logiciel ***distribuable*** et logiciel ***dédié***
- la plus petite entité modélisée au niveau logiciel doit correspondre à une ***entité de programmation*** (génération de code)
- les ***coopérations*** entre fonctions au niveau fonctionnel se retrouvent au niveau logiciel

AIL_Transport : Objets au niveau logiciel

composant logiciel  *SoftwareComponent*

données consommées  *SoftwareInput*

données produites  *SoftwareOutput*

organisation des
composants logiciels  *Allocatable Components
Architecture*

connexion entre
composants
logiciels  *SoftwareFlow*

AIL_Transport : Objets au niveau logiciel

Un composant logiciel

Software component

**... peut être un
composant distribuable**



Free Software component

c'est-à-dire un:

composant applicatif



ASC

**gestionnaire local de
capteur / actionneur**



LDM

AIL_Transport : Objets au niveau logiciel

Un composant logiciel

Software component

... peut être aussi un composant dédié à un
calculateur

c'est-à-dire un :

composant du
gestionnaire d'échange



driver d'E/S



composant du système
d'exploitation



AIL_Transport : Objets au niveau logiciel

Un composant logiciel

Software component

est constitué de:

entités de
programmation



Logical Task

Caractérisée par :

mode d'activation
WCET/type de processeur
paramètres d'ordonnancement

...

AIL_Transport : Activités au niveau logiciel

- **validation de cohérence**
- **génération de code**
- **documentation**

AIL_Transport : Objets au niveau matériel

permettent de modéliser la partie du système réalisée sous forme de matériel

- le modèle décrit les calculateurs (micro-contrôleurs) et les réseaux
- le modèle décrit la connexion des calculateurs sur les réseaux

AIL_Transport : Objets au niveau matériel

calculateur



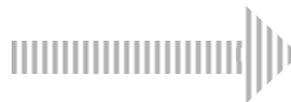
ECU

réseau



Network

**connexion de
calculateur sur
réseau**



Network Connection

AIL_Transport : Activités au niveau matériel

- **validation de cohérence**
- **calcul de coûts**
- **dérivation des plans de câblage**
- **documentation**

Plan

- ≡ Contexte général
- ≡ Problématique et motivations
- ≡ Standardisation des architectures
- ≡ AIL-traneport
- ≡ Niveaux d'abstraction d'un système
- ≡ *Projet véhicule - Niveau fonctionnel*
- ≡ Entre niveau fonctionnel et niveau d'implantation
- ≡ *Niveau matériel - Niveau logiciel*

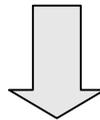
■ ***Niveau opérationnel***

- ≡ Conclusions et perspectives

AIL_Transport : Objets au niveau opérationnel

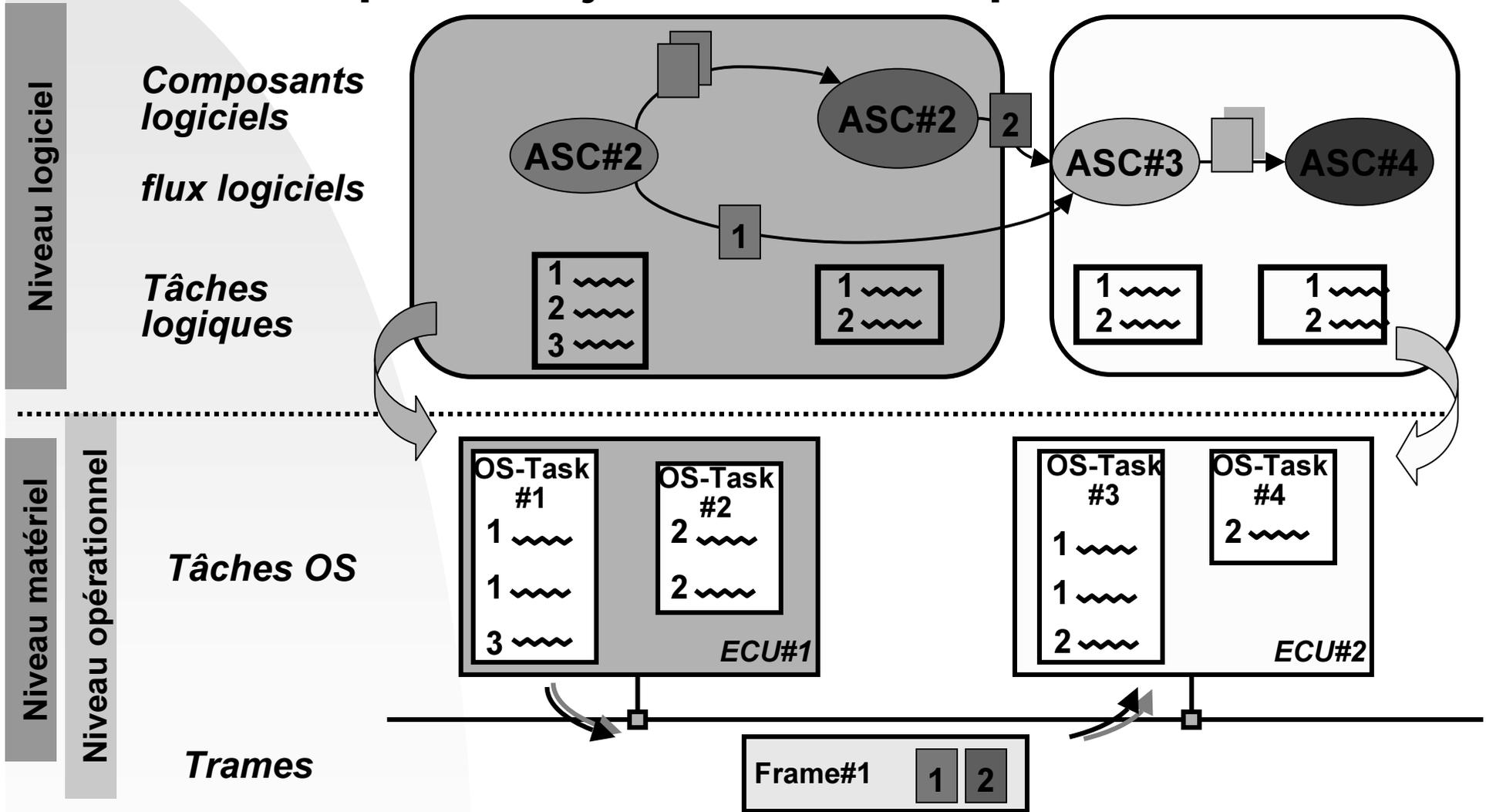
permettent de modéliser la projection des tâches logiques sur les calculateurs

- le modèle représente, donc, les tâches au sens d'un système exécutif (cf. OSEK)



- le modèle représente par conséquent, les trames circulant sur les réseaux (projection de flux de données logicielles échangées par des tâches logiques distantes)

AIL_Transport : Objets au niveau opérationnel

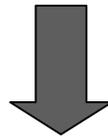


AIL_Transport : Activités au niveau opérationnel

- **validation de cohérence**
- **placement automatique**
- **validation de propriétés temps réel (évaluation de performances)**
- **documentation**

Conclusions et perspectives

- **AIL_Transport** : un langage de référence pour modéliser les systèmes électroniques embarqués dans l'automobile
 - maîtrise de la diversité des systèmes
 - facilite les échanges constructeurs / équipementiers
- validation sur des prototypes (outils de placement, d'évaluation de performances, de documentation, démonstrateurs)



- **standardisation: UML Profile, XML Application**
- **projet européen ITEA - EAST EEA**