

*Systemes embarqués*  
*Nouveaux enjeux*  
*Evolutions des compétences*

*18 Novembre 2010*

**K. CHIBANE**

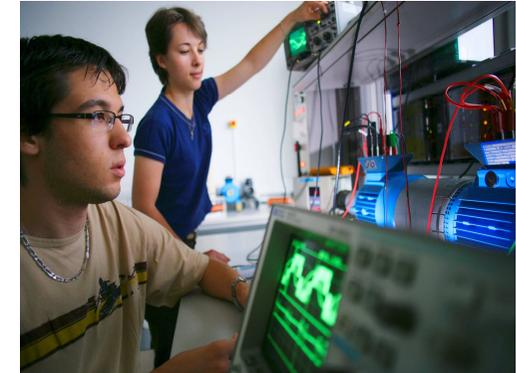
*Directeur Transfert de technologies*





## • 6 écoles d'ingénieurs

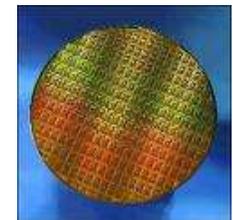
- 5000 étudiants
- 1112 diplômés ingénieurs par an
- 170 thèses par an



- Département Formation Continue
- Filiale INP Entreprise S.A
- 148 M€
- 1400 enseignants et enseignants chercheurs

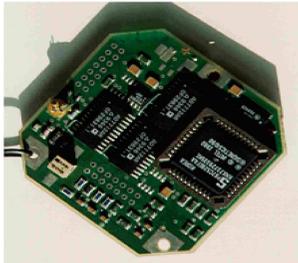


**22 filières** de formation dont **11** dans le domaine des  **systèmes embarqués**

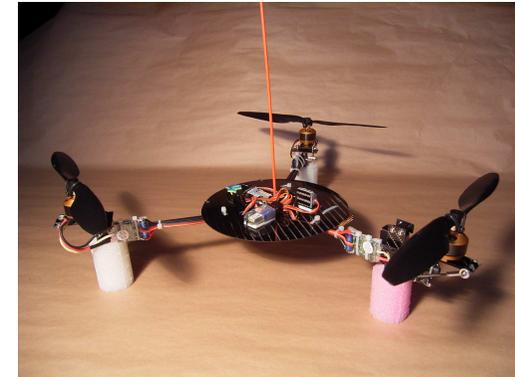




# Orientation intégration de systèmes

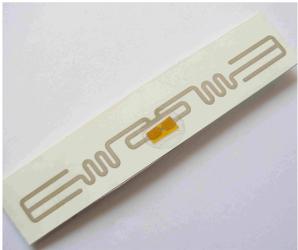


## Systemes Embarqués



Filière  
*Électronique, Informatique & Systemes  
embarqués* *Projet industriel*

*Par Apprentissage*



*Laboratoire de recherches*



## *Systemes embarqués ?*

*Un système embarqué peut être défini comme un système électronique et informatique autonome, qui est dédié à une tâche bien précise. Ses ressources disponibles sont généralement limitées.*

*Un synonyme de système embarqué est système enfoui.*

*Embedded*



## Domaines d'application

- Transport, Ferroviaire, Automobile
- Aéronautique, Avionique.
- Spatial, Militaire
- Télécommunication
- Set-top box, téléphonie, routeur, pare-feu,
- Téléphone portable
- Electroménager, télévision,
- Imprimante multifonctions, photocopieur.
- Multimédia, console de jeux vidéo, assistant personnel
- Guichet automatique bancaire
- Equipement médical
- Automate programmable industriel
- Consoles de jeux
- Métrologie



### A.G.C

*Processeur*

*32 K TOR 16 bits*

*4 K RAM*

*8 tâches*

*CI : 5000 portes*

*35 Kg*

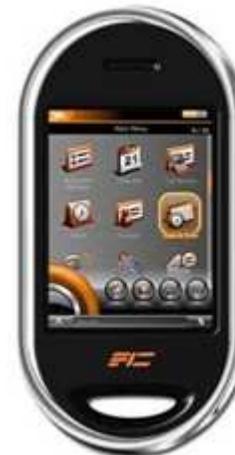
**Apollo Guidance  
Computer**

# Du téléphone GSM au Smartphone 3G

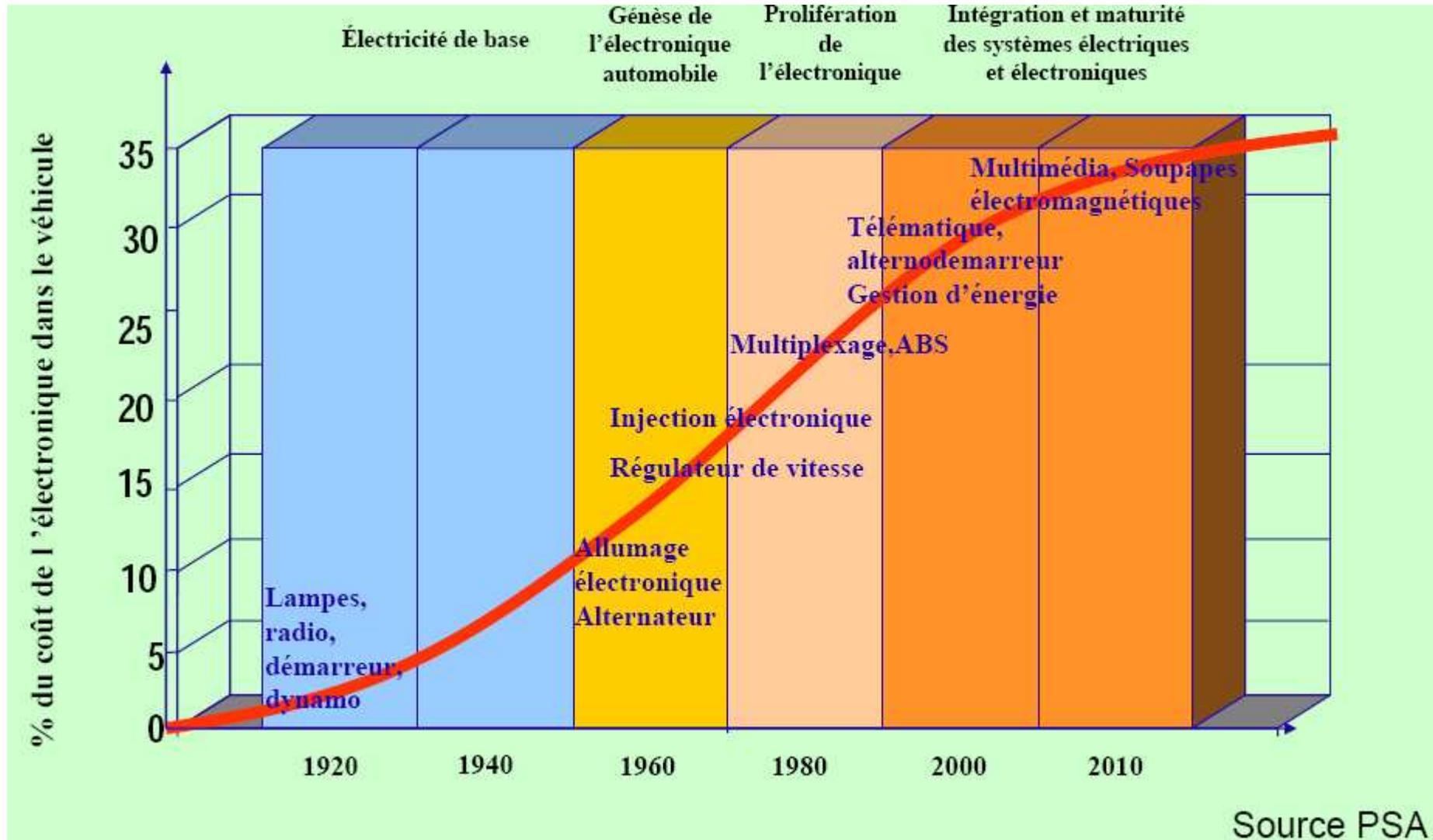
- |                     |                     |                                  |
|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| • <b>Processeur</b> | 16 bits             | 32-64 bits                       |
| • <b>Horloge</b>    | 50-100 MHz          | 1 GHz                            |
| • <b>Mémoire</b>    | - 1 Mo              | 1 Go (SD Card)                   |
| • <b>IHM</b>        | LCD 2X8             | LCD-DT 480 X 800                 |
| • <b>Liaison PC</b> | néant               | <i>USB, Bluetooth, Wifi, GPS</i> |
| • <b>OS</b>         | <i>Propriétaire</i> |                                  |



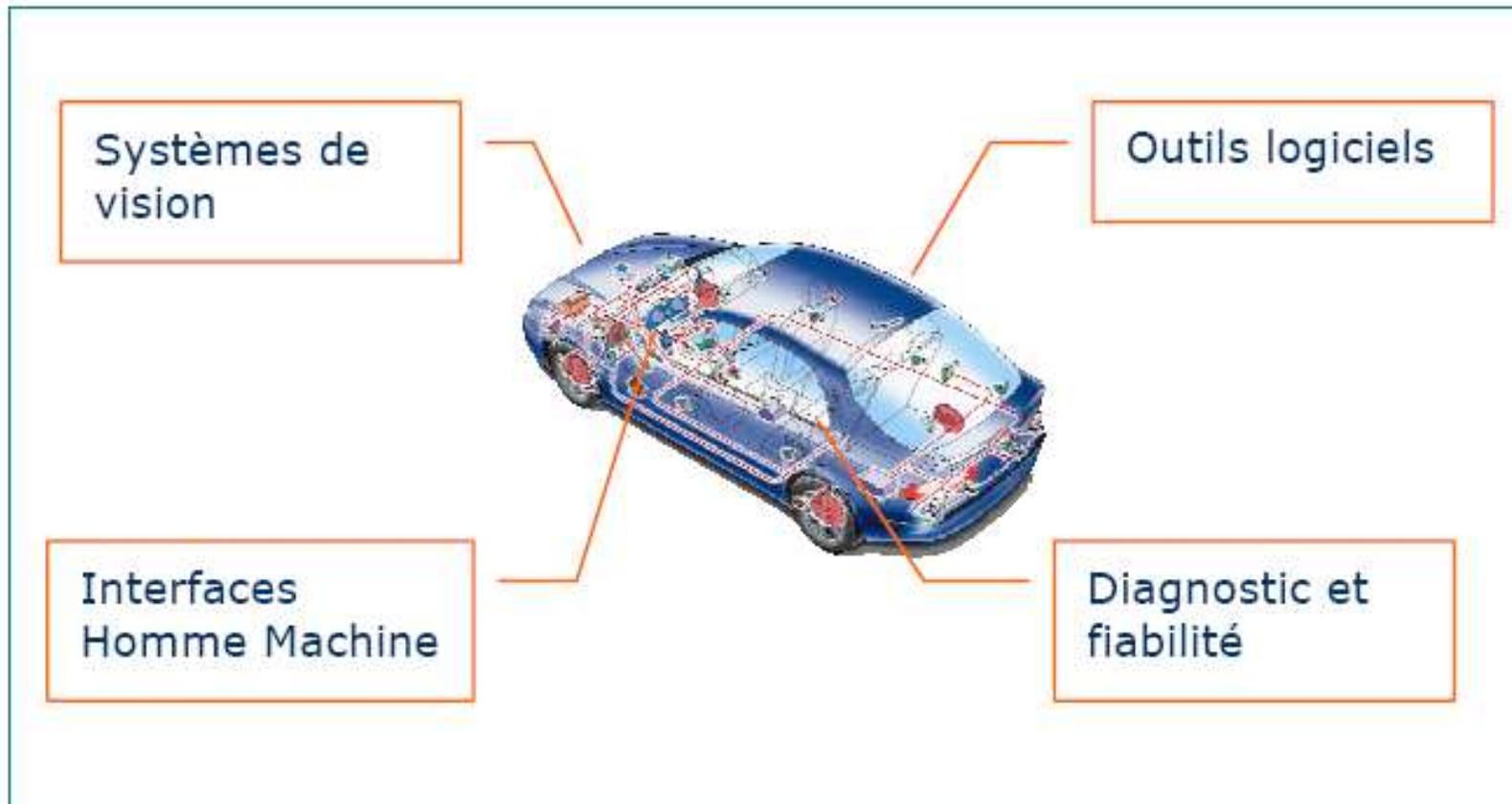
1996



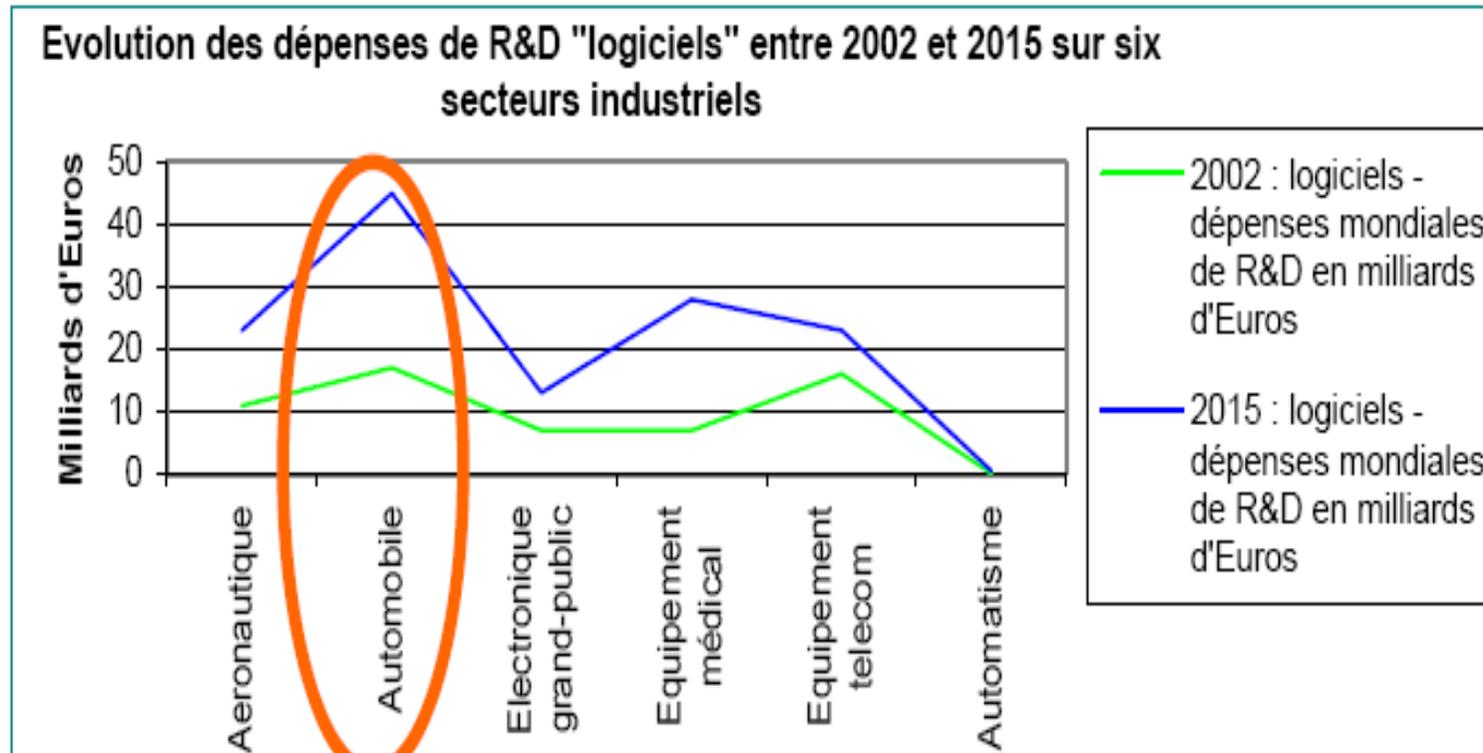
# Evolution technologique



# Exemple : Automobile du futur S.E.C



## Evolution en termes de coût



# Référentiels Métiers - Compétences

Processeur, Mémoire, Interface

Hardware - Software - O.S - Web

Mécanique - Packaging - Connectique – Design - Compacité

I.H.M, Alimentation, Capteurs, Wireless RF

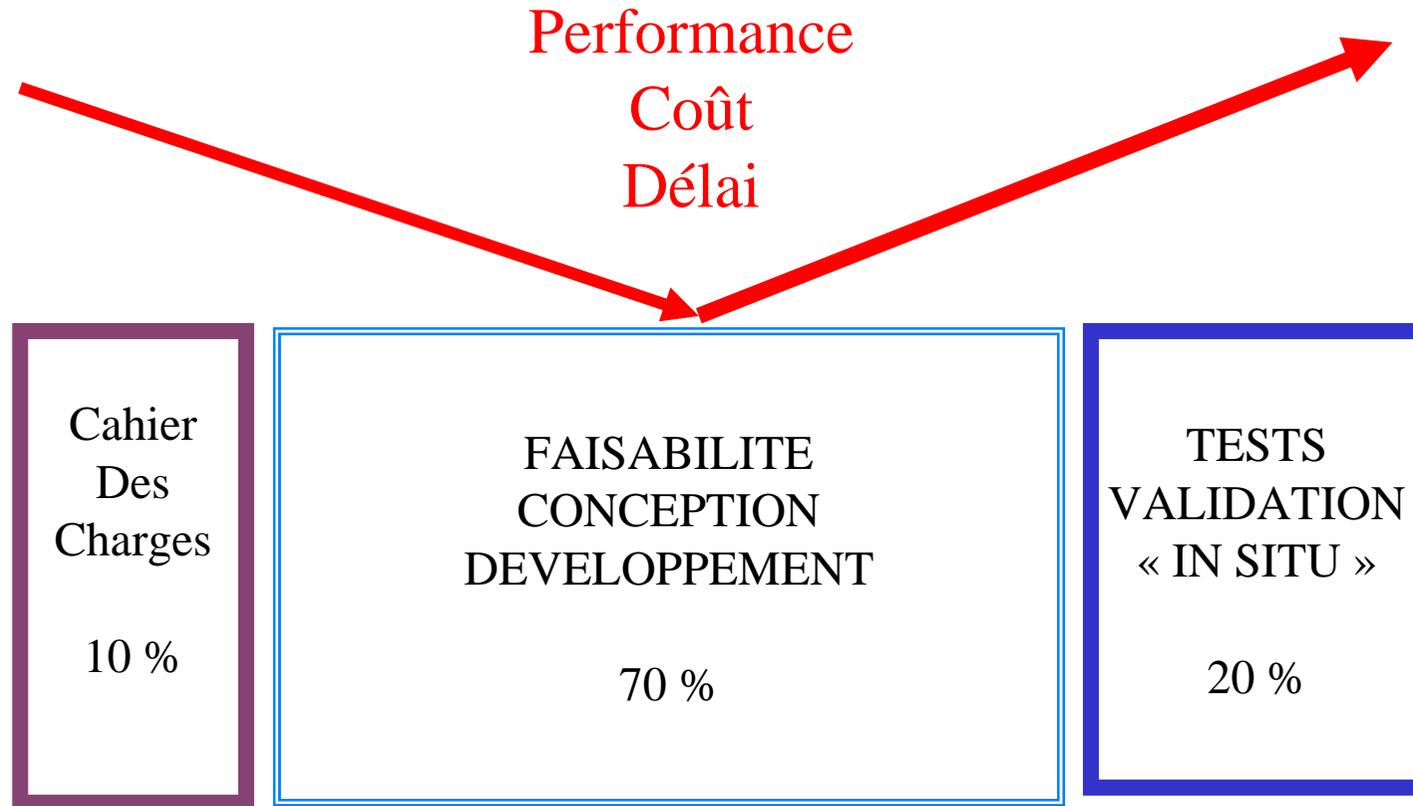
Contraintes industrielles fortes

- Autonomie
- Communication
- Environnement hostile, durci
- Normes réglementaires (CEM) et métier CEM Aéro

B.E : pluridisciplinaire



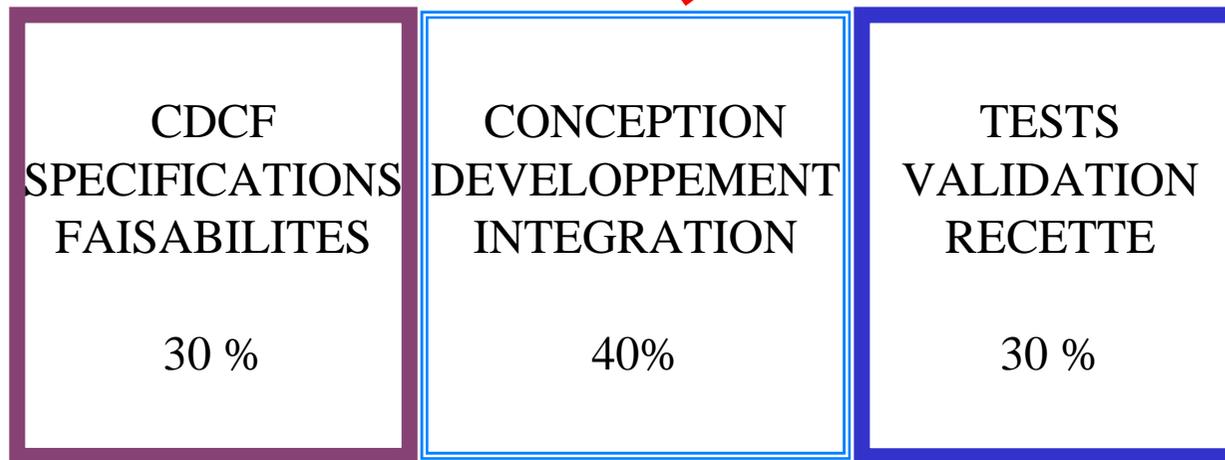
# Le processus projet historique



*Les années « Ingénierie » !*

# Les nouvelles contraintes

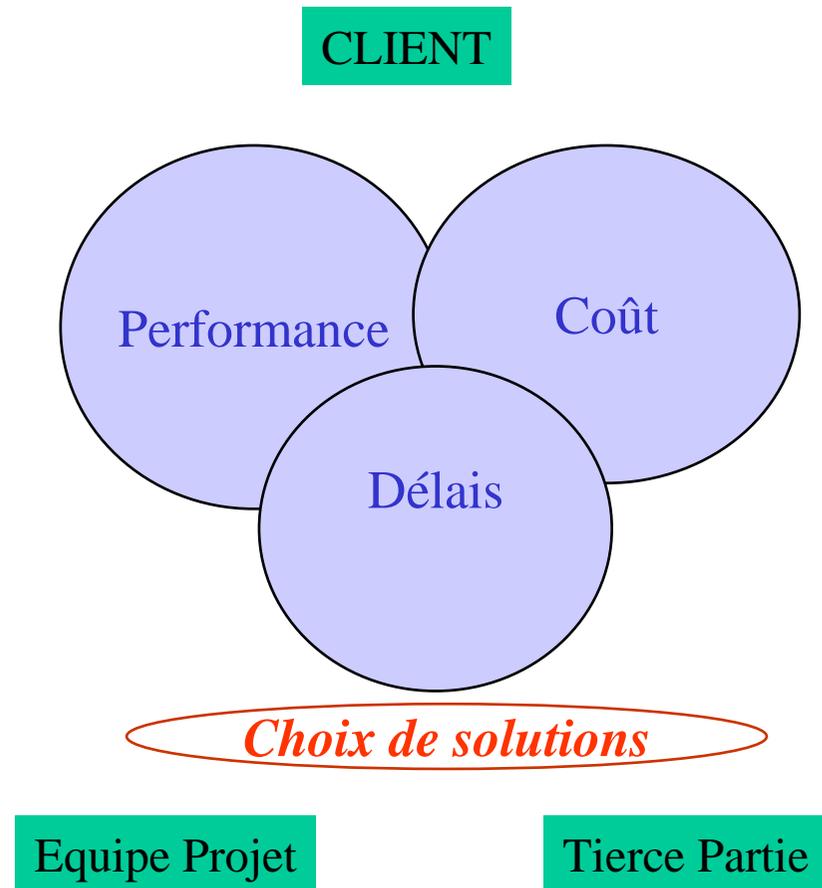
Performance  
Coût  
Délai



*Les années « Ingénieuses » ! time to market*

## Les risques liés à la R&D

- Les risques **INTERNES** au B.E
  - RH, Management,
  - Pluridisciplinaire
  - Compétences...
  
- Les risques **EXTERNES**
  - Maitrise fournisseur, sous-traitant,
  - Tierce partie,
  - Juridique, PI
  
- Les risques **CLIENT**
  - Évolution de CdG
  - Normes et réglementations
  - Maitrise des processus de validation



# La mutation des compétences

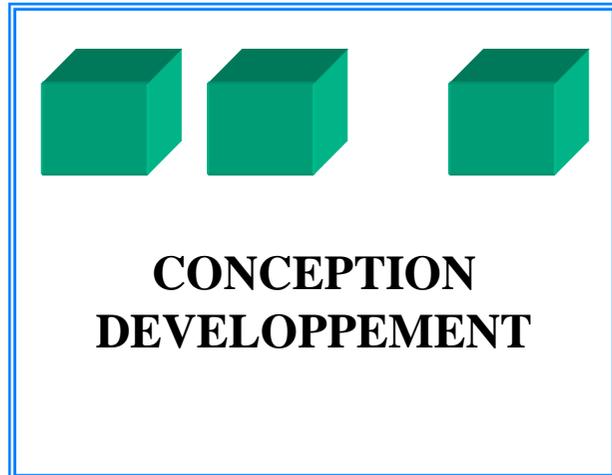
**L'évolution des capacités B.E**

**Cœur de métier**

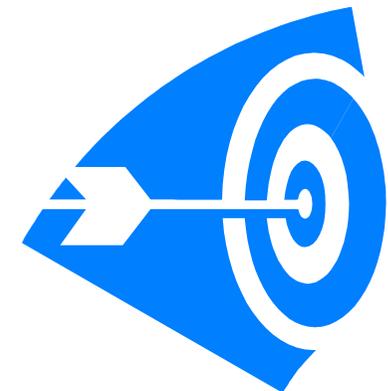
**Approche fonctionnelle**

**Briques réutilisables « sur étagère »**

**Dossiers techniques**



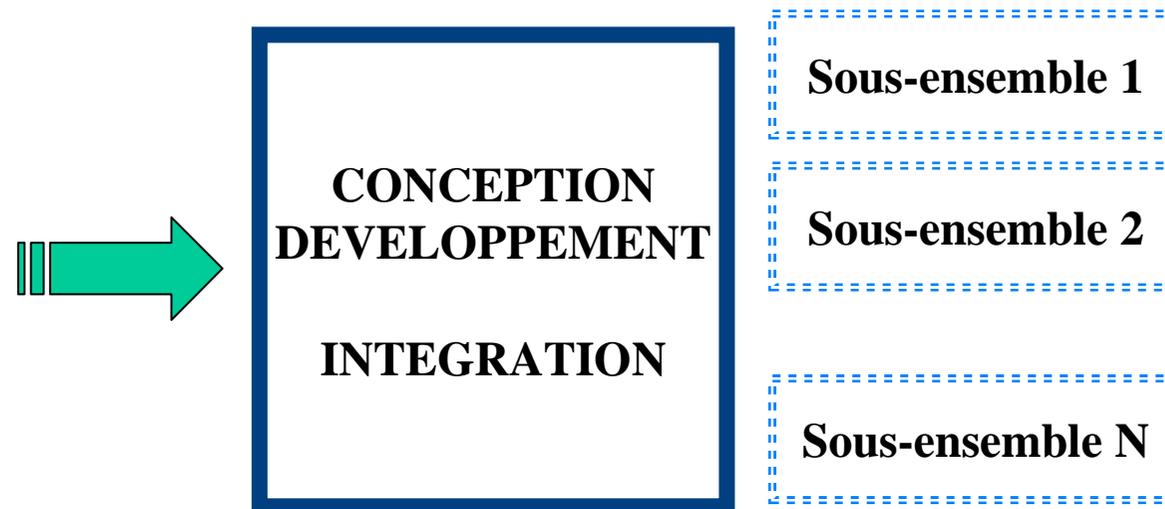
*Retour d'expérience & Capitalisation*



# Externalisation

## Valeur ajoutée

Renforcer la pertinence de la solutions techniques globale via les sous-ensembles maitrisées par des tiers

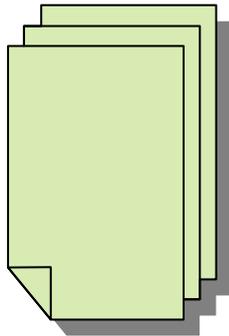


*Criticité technologique*

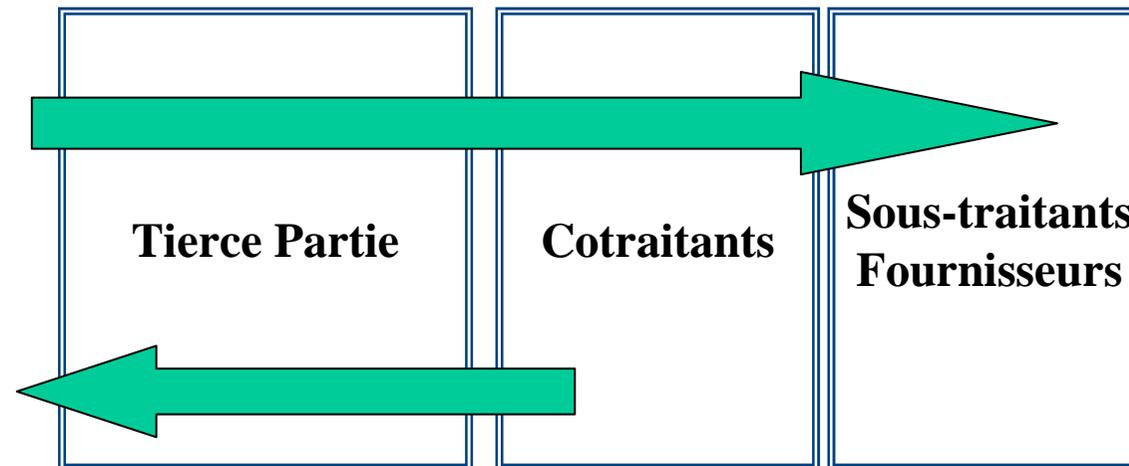
# Propagation des compétences

## Complexification de la « fonction achats »

- Externalisation technique
- Contractualisation - Juridique
- Propriété industrielle
- Gestion des risques
- Pilotage de production et des stocks



Traçabilité  
Documentaire

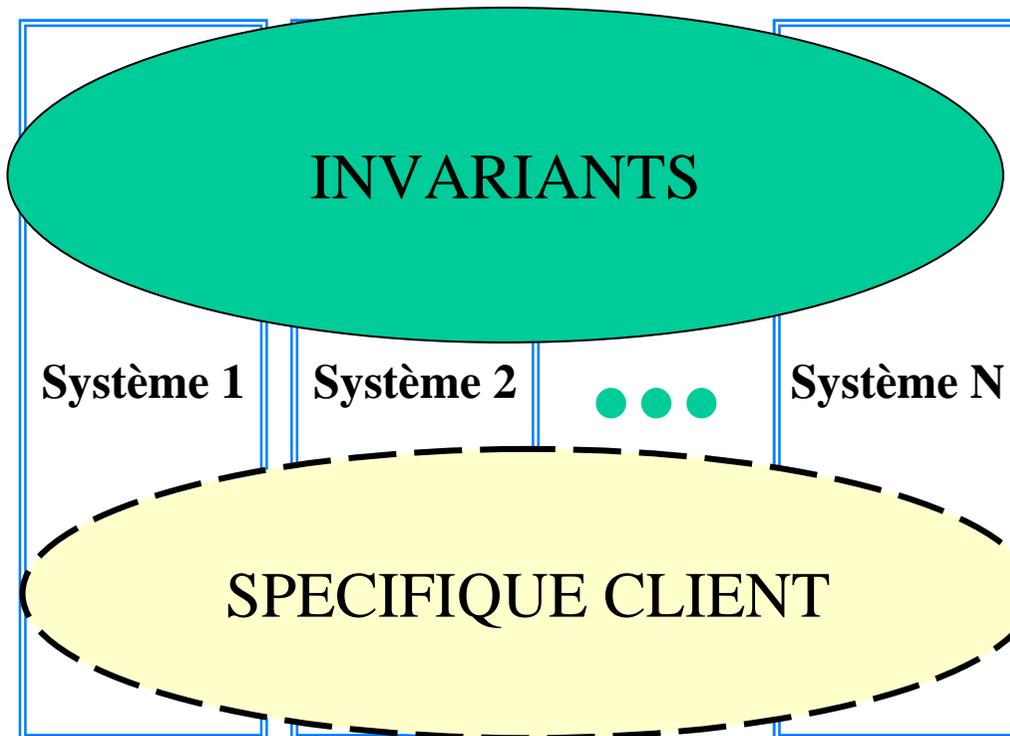


# Développement-Intégration

Nomenclatures de systèmes  
**BRIQUES RE-UTILISABLES**  
Hardware - Software

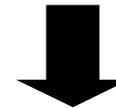


shutterstock · 25591309



Maitrise B.E

*Taux de couverture*



Savoir faire B.E

# Adaptation de l'offre de formation

## La nature des briques



Technologie obsolète



shutterstock - 25591309

Technologie mature

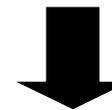


Technologie émergente

## La vitalité du B.E

Maitrise B.E

*Taux de couverture*



Savoir faire B.E

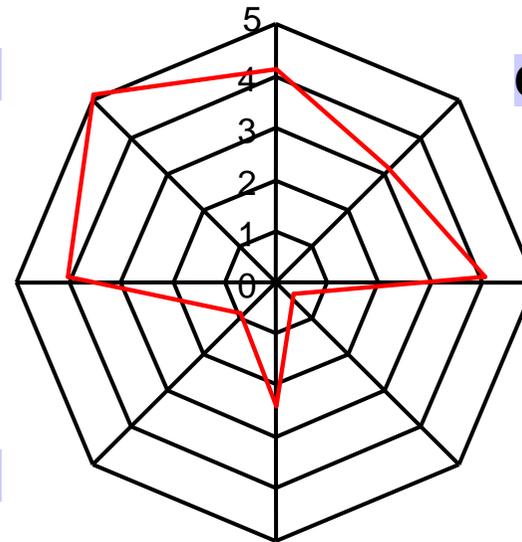
# Cartographie d'une brique MATURETE

**C1: APPLICATION-MARCHE**

**C2 : Outil de développements**

**C3 : Documentation technique**

**C4 : Propriété industrielle**



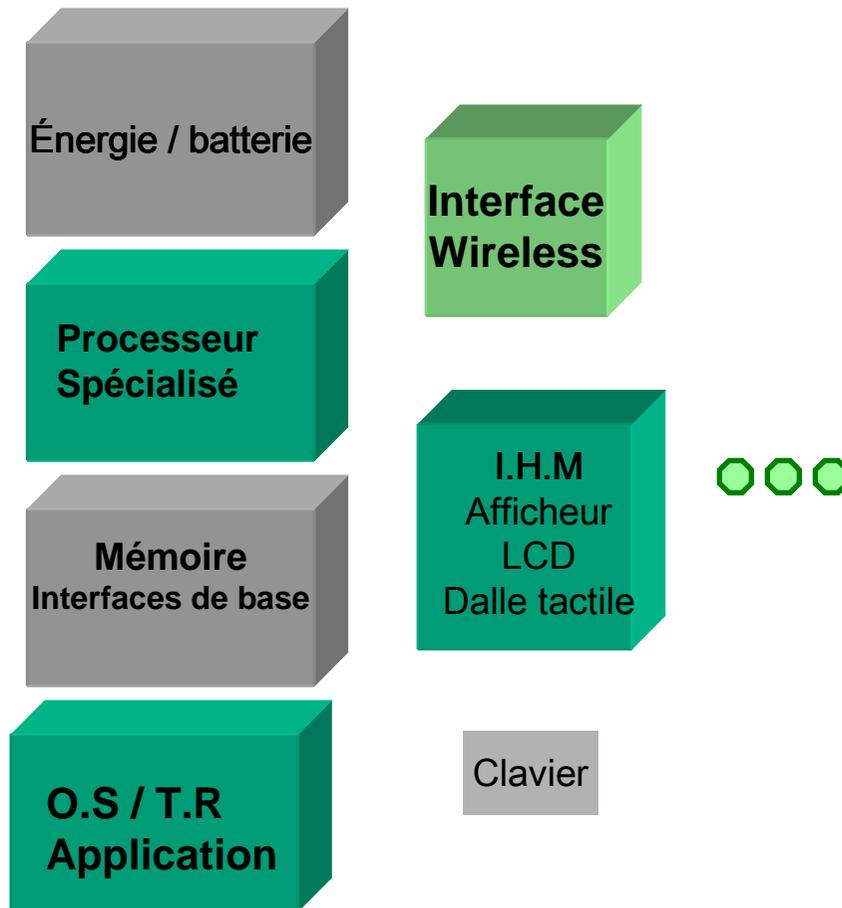
**C8 : Technico-économique**

**C7 : Performances**

**C6 : Expertise / formation**

**C5 : Tests et Validations**

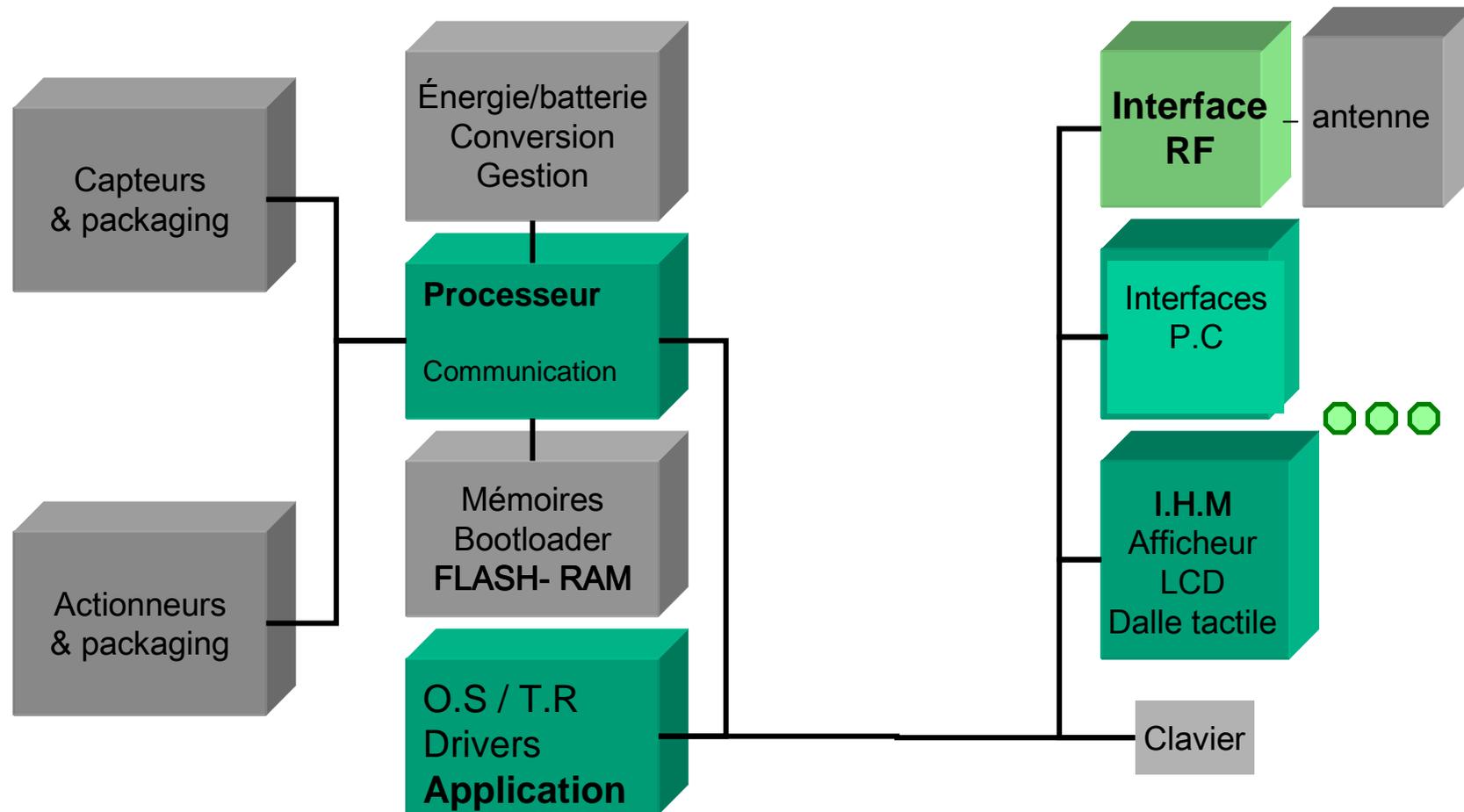
# Briques technologiques S.E.C



## CŒUR DE SYSTEME STAND ALONE

- FACILITE DE MISE EN ŒUVRE
- OUTILS DE DEVELOPPEMENTS
- METHODES DE TESTS
- FIABILITE
- PERENITE TECHNOLOGIQUE

# Architecture d'un S.E.C





# Les enjeux techniques hardwares

## BRIQUE CPU

## Faible Empreinte

- Cœur Processeur ARM, FPGA, DSP
- Capacité mémoire (RAM, Flash...)
- Interfaces de base (RTC, RS, TIMER...)
- E/S de service
- Alimentation (piles, batteries rechargeables)
- Liens wireless (IR, RF...)
- E/S capteurs
- Interruptions

# Les enjeux techniques softwares

## BRIQUE OS (licence/open source)

- Noyau temps réel
- Méthodologie de développement
- Outils et compilateurs (langage)
- B.S.P
- Couches logicielles spécifiques
- Drivers...

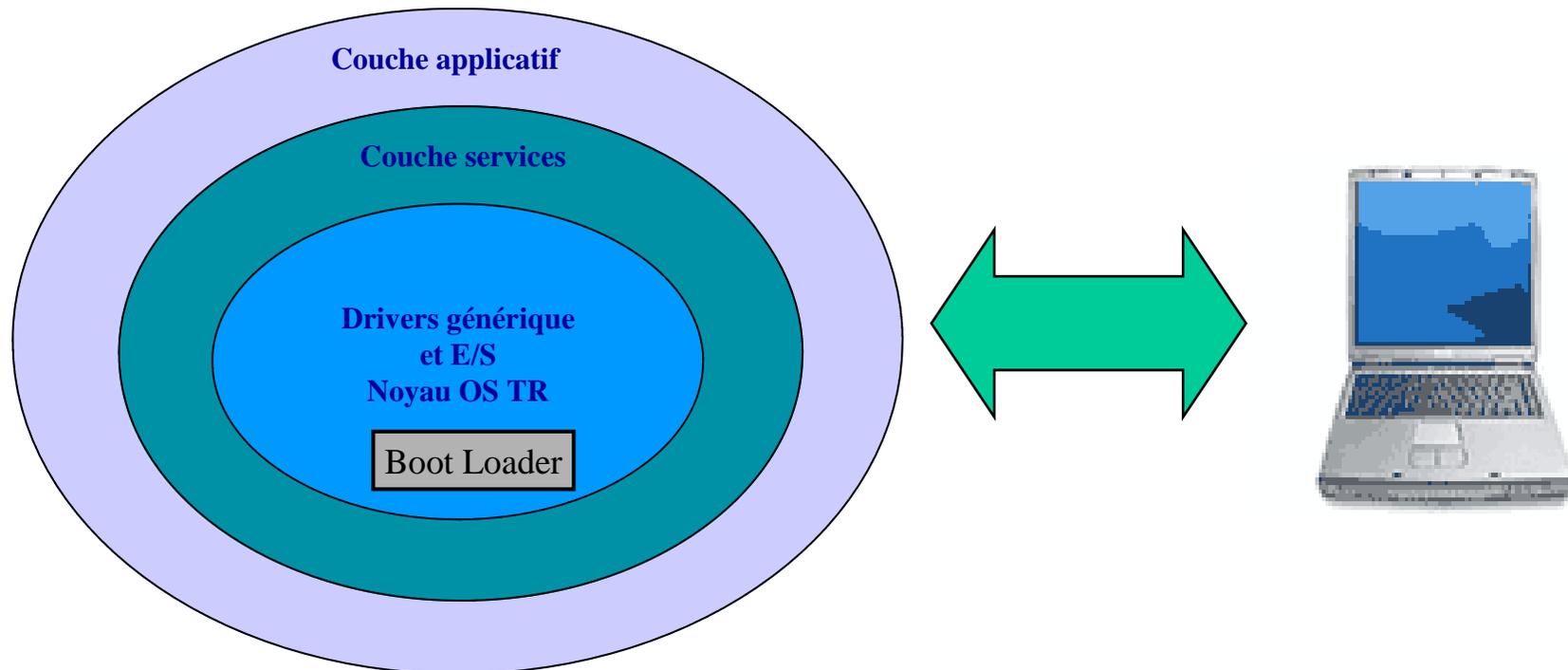


- 1) *Linux*
- 2) *FreeBSD*
- 3) *FreeDOS*
- 4) *OpenBSD*
- 5) *Minix*
- 6) *NetBSD*
- 7) *eCos*
- 8) *ReactOS*
- 9) *Oberon*

# Outils de tests et de validation

## Architecture en couches imbriquées

- IHM tests / validation
- Protocole de communication
- Interface de communication



## L'impact utilisateur

- **BRIQUE I.H.M**
  - Afficheur LCD
  - Dalle tactile / clavier virtuel
  - Capteurs intuitifs
  - Communication Wireless (briques O.E.M)
  - Plate forme P.C hôte
  - Développement sous Windows
  - Technologies WEB
  - Open source...

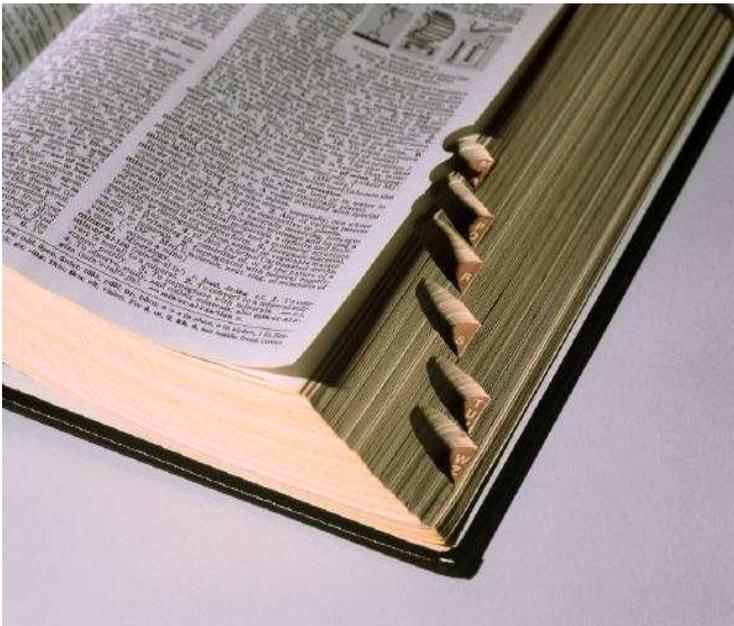


## Fonctionnalités enrichies

- Accès protégé par mot de passe (verrouillage)
- Set-up (Multilingue...)
- Aide en ligne
- Profils de configuration
- Historique / archivage
- Traçabilité
- Gestion de l'autonomie (énergie)
- Multimédia
- ...

# Le transfert de technologies

*Les cinq engagements majeurs*



*Ethique  
Neutralité  
Déontologie  
Confidentialité  
Propriété Industrielle*

*Contrat*



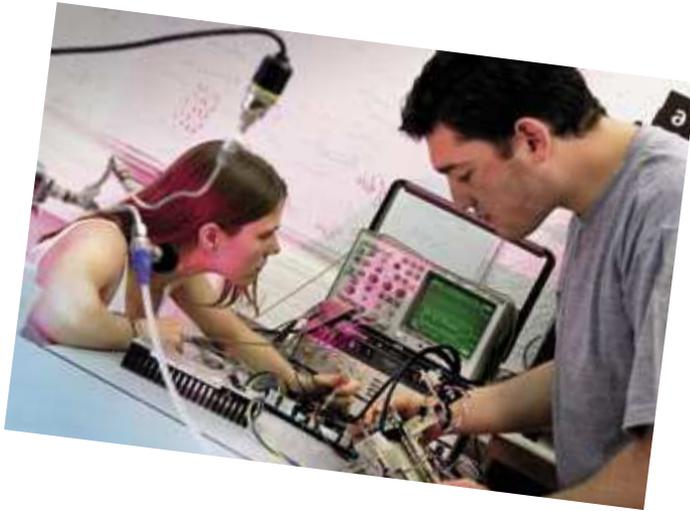
*Signature*

# Les collaborations dédiées

- 1. Projets industriels*
- 2. Plateformes technologiques*
- 3. Formation continue*

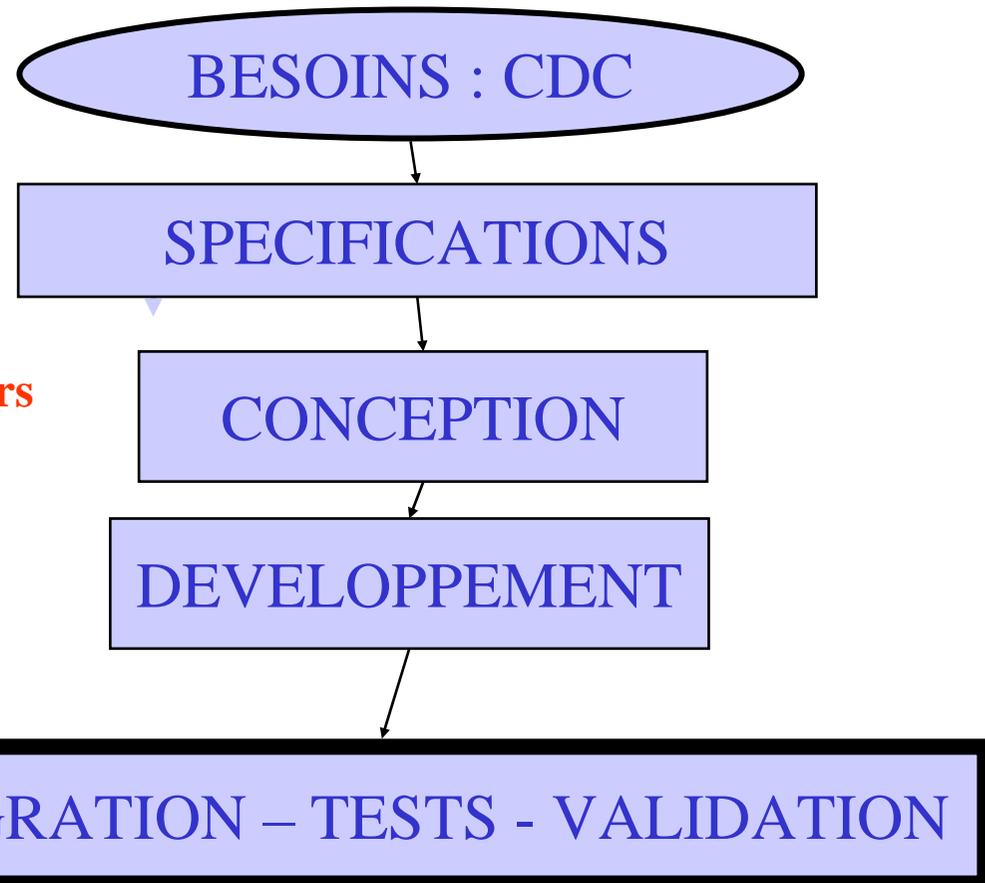


# Le projet industriel à l'Esisar S.E.C



Un processus projet ; **3 élèves ingénieurs**  
Une équipe encadrée  
Une démarche partenariale  
R&D collaborative  
Des ressources  
Un environnement technique

Entreprise **CLIENTE**



# Un projet r&D collaboratif

- Etude, Conception et **Réalisation**
- Travail collaboratif avec l'entreprise
- Une équipe
- Un encadrement
- Un pilotage et une méthodologie de conduite de projet
  - Dossier technique de réalisation
- Des moyens logistiques, techniques...
- La gestion des achats, fournisseurs,
- Le pilotage des sous-traitants
- La collaboration avec les tierce parties





## Le cadre de la collaboration

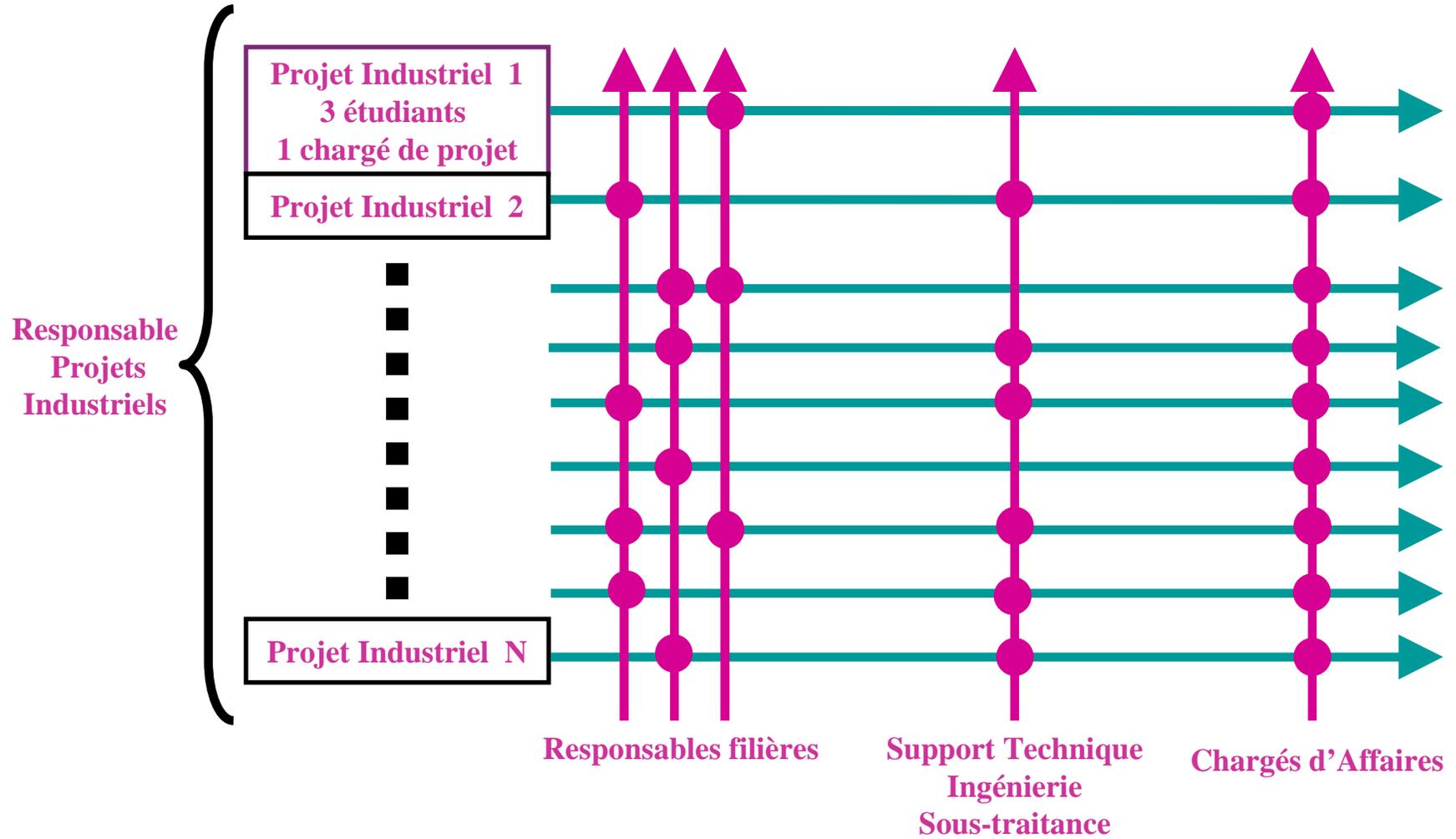
- Contrat de partenariat ECOLE + ENTREPRISE
- Une force pédagogique pour l'Esisar
- Une ressource technologique pour les entreprises  
– ***Agrément C.I.R***
- Études de faisabilité, Maquettes, Démonstrateurs
- En Automatique, Électronique, Informatique embarquée, industrielle et réseaux



## Les ressources mobilisées

- Une équipe de 3 étudiants de 4<sup>ème</sup> année,
- Un encadrement par un chargé de projet confirmé
- 6 mois d'activité R&D
- Un laboratoire de 30 m<sup>2</sup> affecté au projet
- Outils de développements, CAO, simulation
- Instrumentations, équipements de mesures
- Moyens d'essais, de tests et de validation
- Les moyens généraux de l'école

# Projet Industriel : L'Encadrement ESISAR





## **Des sujets avec un large spectre de technologies**

### **intégration de fonctionnalités avancées de communication**

(CAN, liaison GPS, GSM/GPRS, WIFI, Bluetooth, Zig Bee, RFID/NFC,...)

### **Electroniques spécifiques analogique, de puissance ou numérique**

(outils de CAO, contraintes CEM, FPGA, DSP)

### **Etude de nouvelles plateformes d'exploitation**

(OS temps réel, Linux embarqué, Windows CE, processeur ARM,...)

### **Automatique Automatismes et informatique industrielle**

(asservissement et régulation, modélisation Matlab Simulink,..)

### **Systemes informatiques de supervision et de suivi de production**

(choix outils de développement et d'architecture, programmation Java, C#, .NET, orienté objet, modélisation UML, XML...)

# Projets Industriels

## *Thématiques & Compétences*

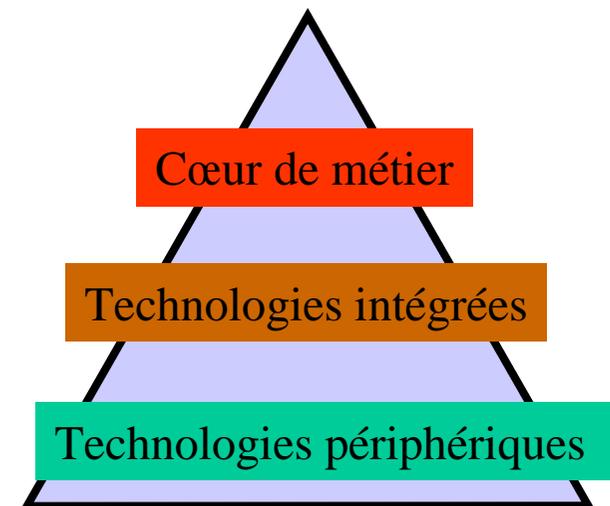
### Définition d'un sujet pour un projet industriel

- Périmètre délimité
- Complexité maîtrisée
- Progressivité de la difficulté

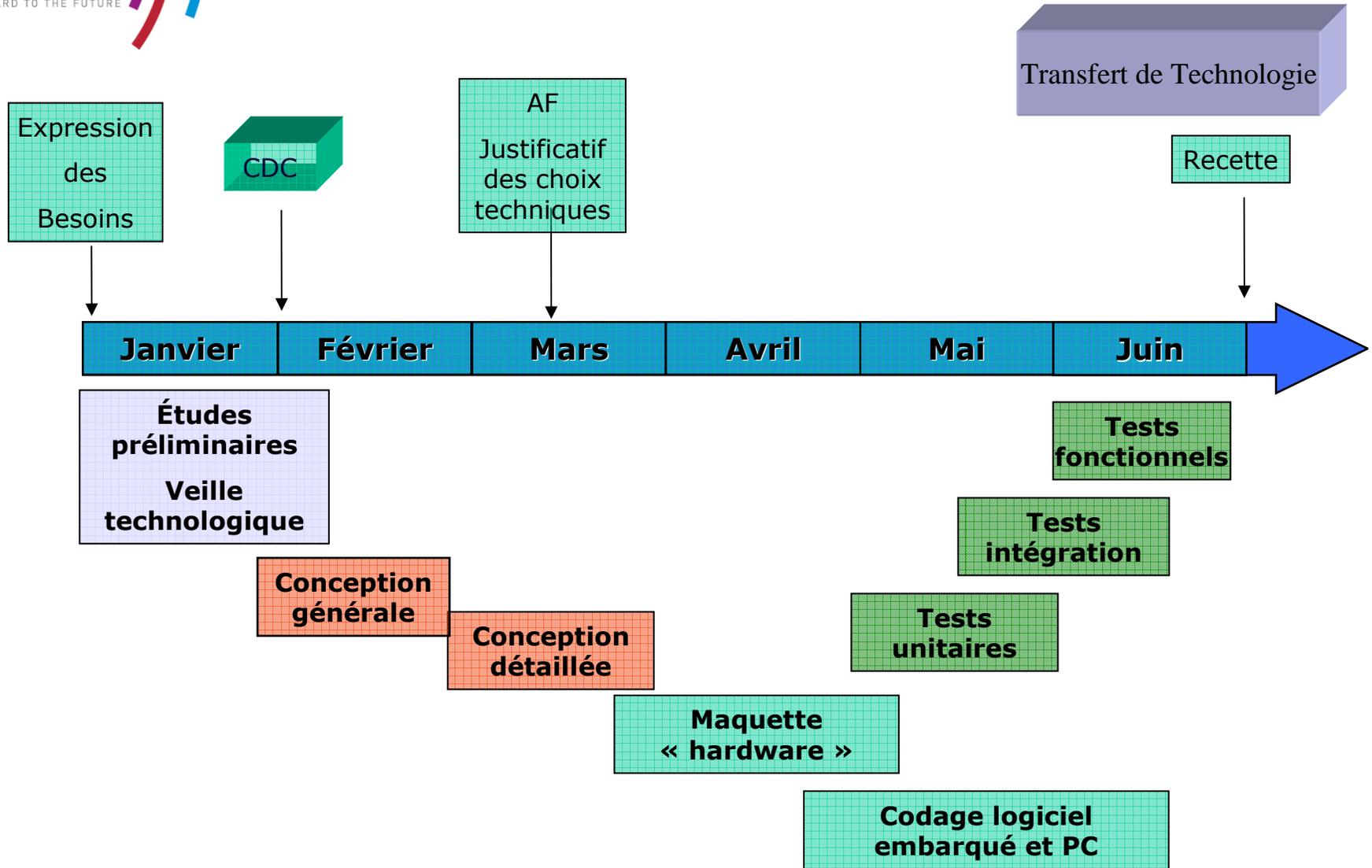
### Cahier des charges « à tiroirs »

- Expression de besoins
- Outils de simulation & Modélisation
- Outils de développement
- Moyens de tests et validation

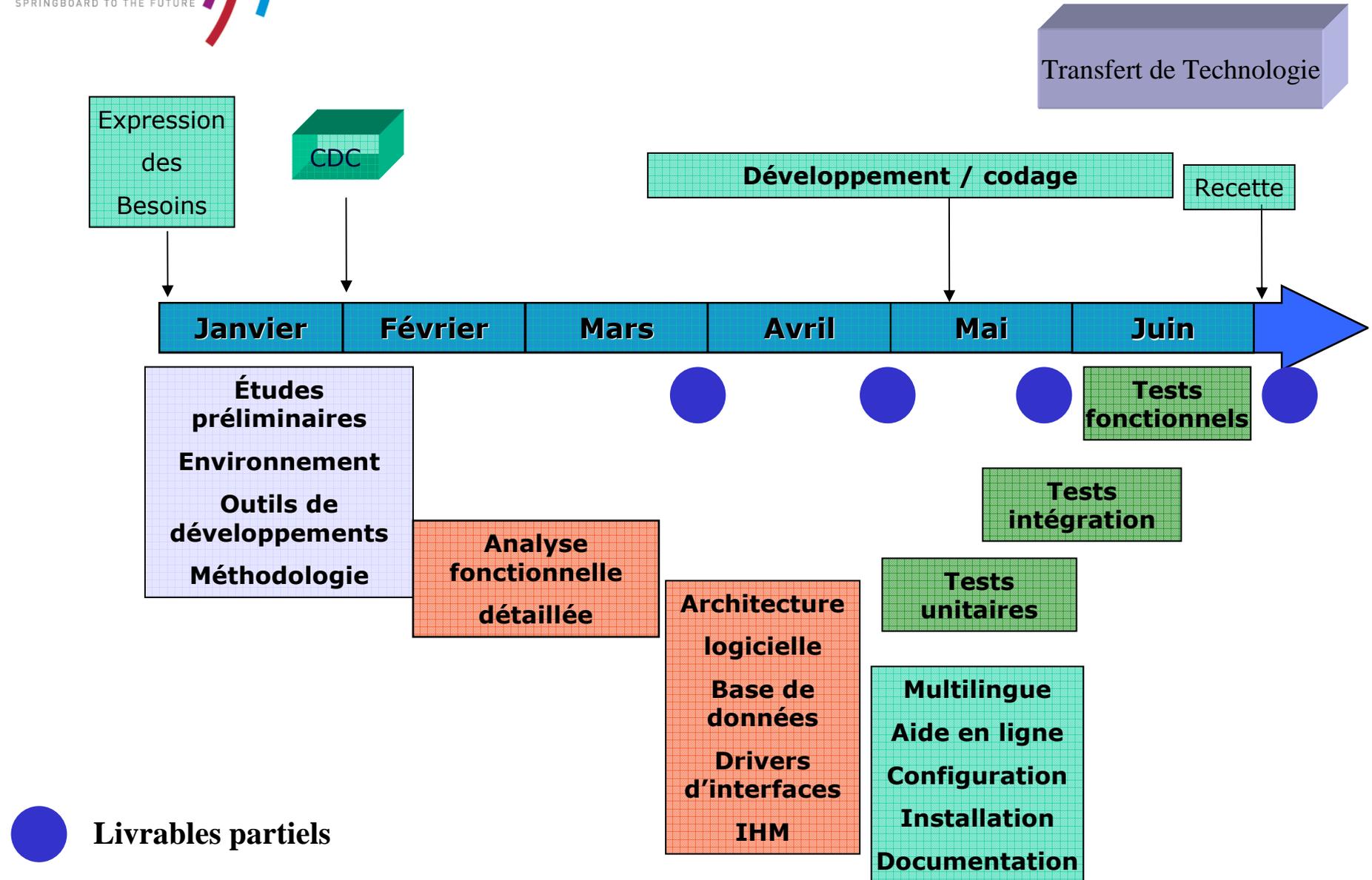
### Un développement technique « ADD ON »



# Planning Type - Projet Industriel EIS



# Planning Type - Projet Industriel IR



# LA FORMATION CONTINUE



## Chiffres clés

85000 heures de formation  
2600 stagiaires  
90 diplômes délivrés  
Plus de 2 M€ de C.A annuel

## 3 sites de Formation

- Les stages spécialisés (200 stages catalogue)
- Les formations diplômante (120 stagiaires/an)

## Site de Valence

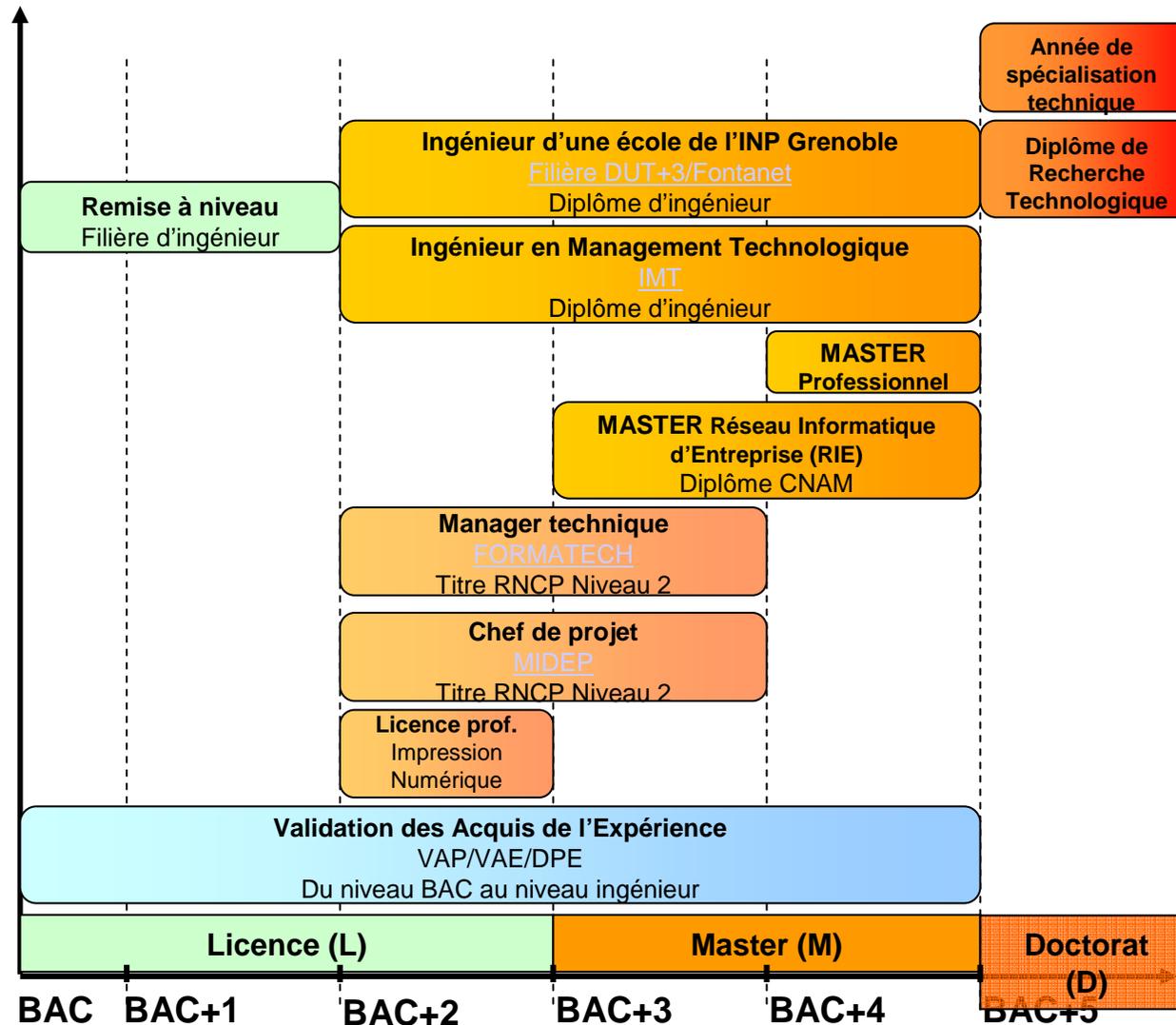
Offre diplômante

**MIDEP**

Systemes embarqués

<http://formation-continue.inpg.fr/>

# L'Offre Diplômante Grenoble INP



# ADAPTATION - RECONVERSION

## EVOLUTION PERMANENTE DES B.E



- *Techniciens*
- *Cadre*
- *Ingénieurs*
- *Responsable de projets*
- *Responsable R&D*
- *Directeurs techniques*



*Technologies*  
*Intégration de briques*  
*Conduite de projets*  
*Analyse des risques*  
*Normes et réglementations*  
*Méthodologies de tests et de validation*

# Les plateformes de transfert<sup>41</sup> de technologies

- **Les actions**
  - Veille technologique
  - Séminaire de sensibilisation
  - Formation continue
  - Conseil, Expertise, Accompagnement
  
- **Les domaines**
  - Technologies en émergence
  - Normalisation
  - Spécialisation





# Les plateformes à deux dimensions

- **Une plateforme verticale :**

- CEM
- RFID
- RF

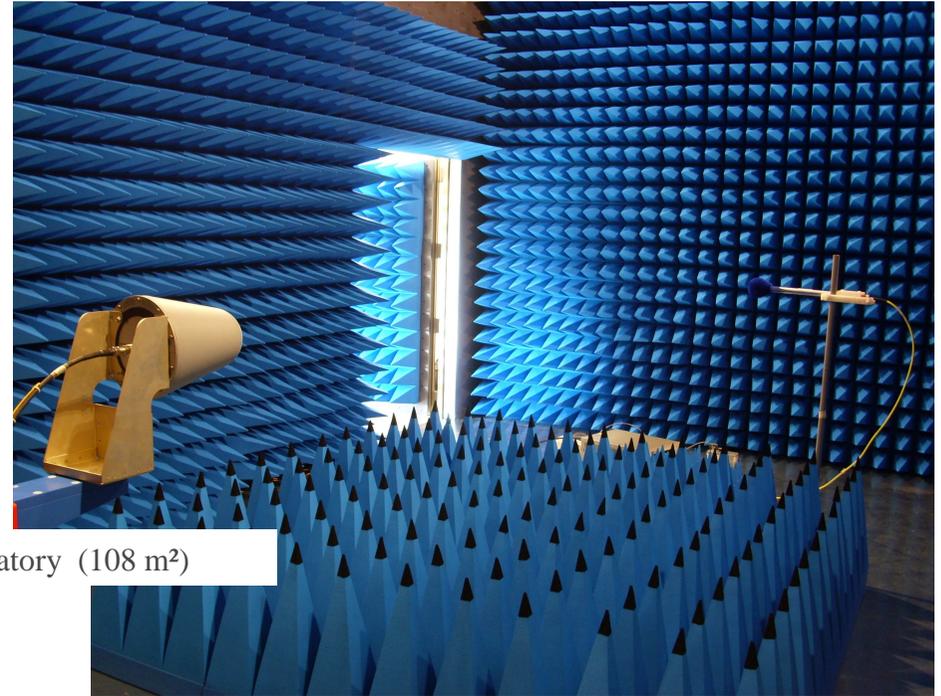


- **Une plateforme transversale**

- Capteurs
- Systèmes embarqués (FPGA, ARM,  $\mu$ C)
- Bus de terrains (USB, CAN, FLEXRAY)
- Traitement de signal (DSP, CAN, CNA)
- Modélisation – Asservissements (Moteurs)

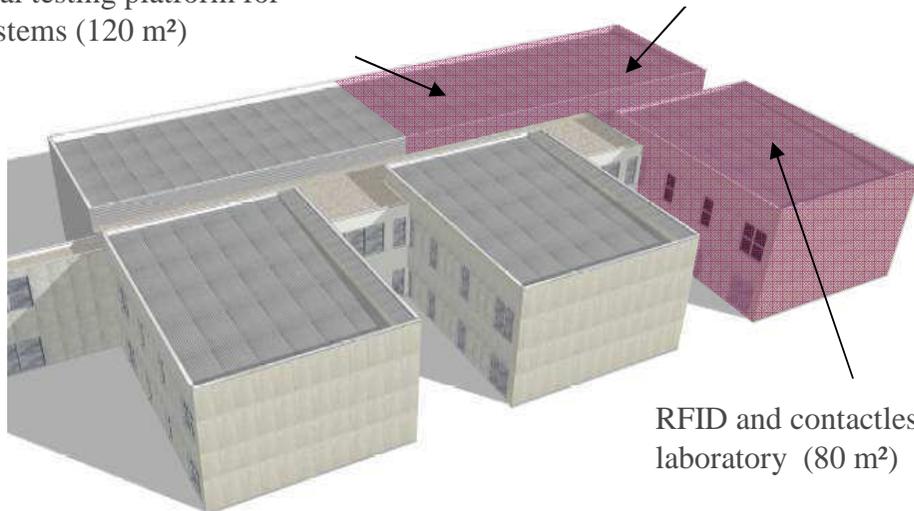


- Formations
- Expertises
- Essais



Functional testing platform for  
RFID systems (120 m<sup>2</sup>)

EMC and RF laboratory (108 m<sup>2</sup>)



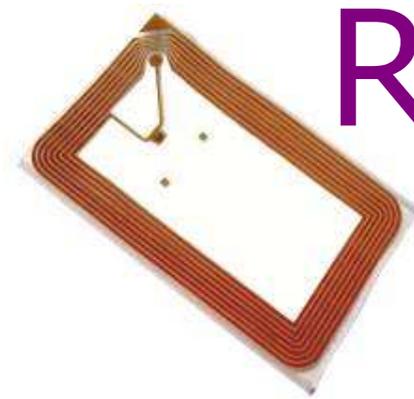
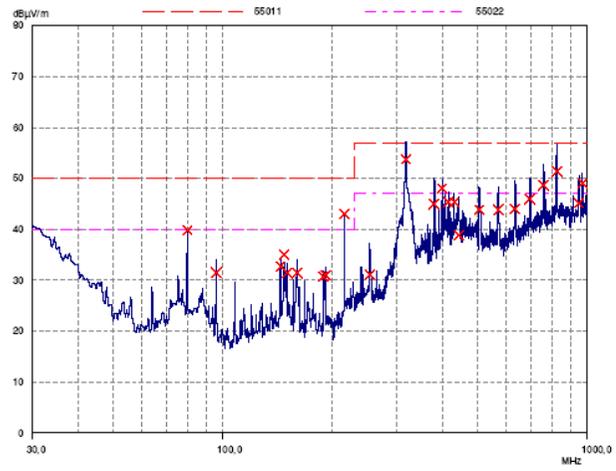
RFID and contactless  
laboratory (80 m<sup>2</sup>)



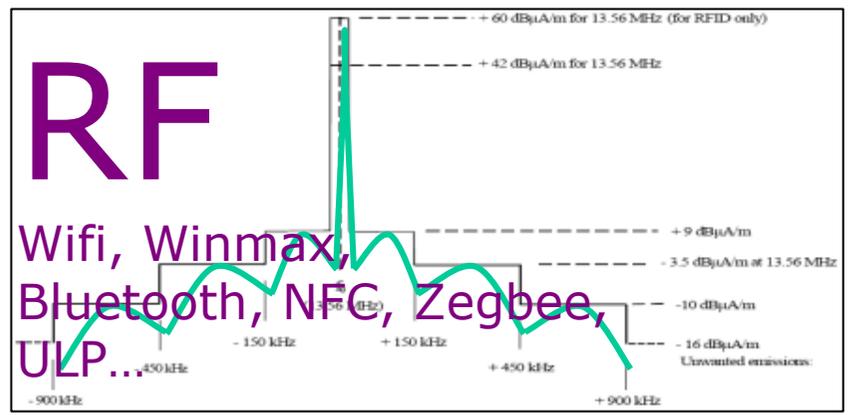


# Les domaines d'activités

## CEM



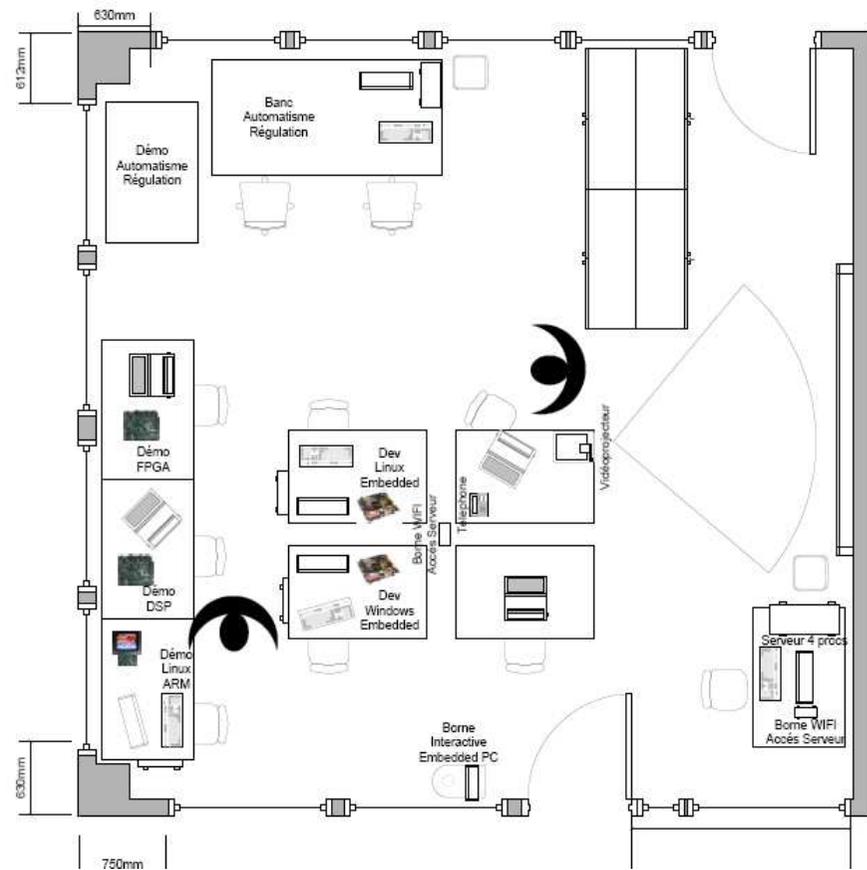
## RFID



## RF

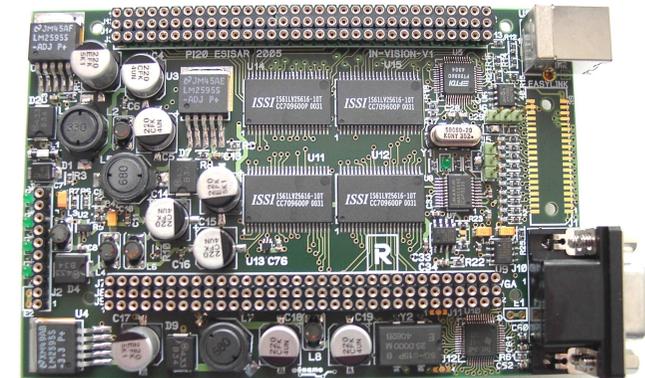
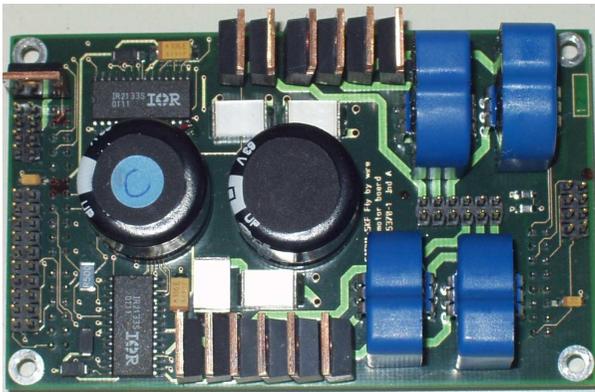
Wifi, Winmax,  
Bluetooth, NFC, Zegbee,  
ULP...

# Partenariat constructeurs



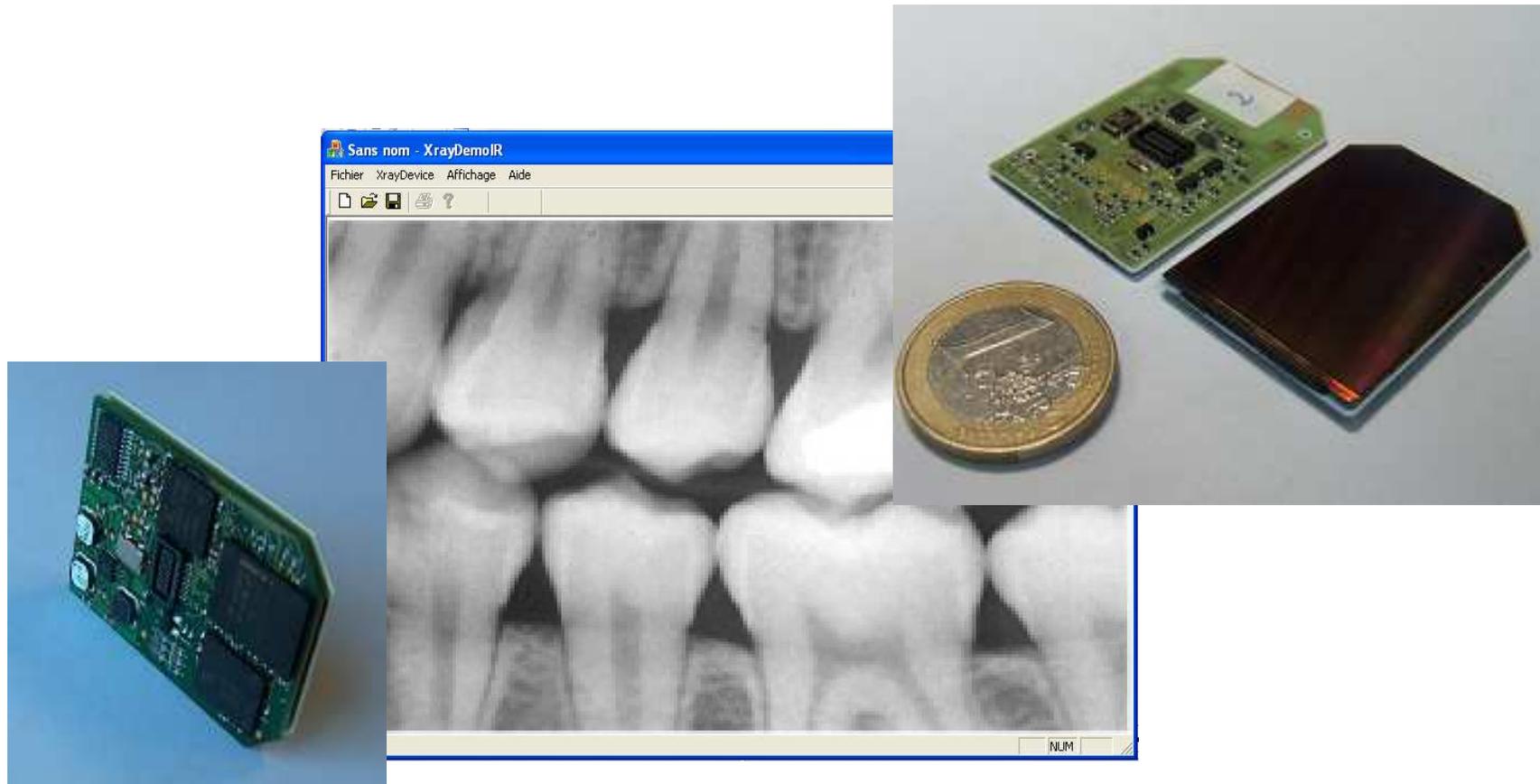
# Axes de développement

- La professionnalisation de la Formation initiale
- La capitalisation autour des projets Industriels
- L'amélioration de l'offre Formation Continue Grenoble-INP
- La coopération avec la recherche technologique

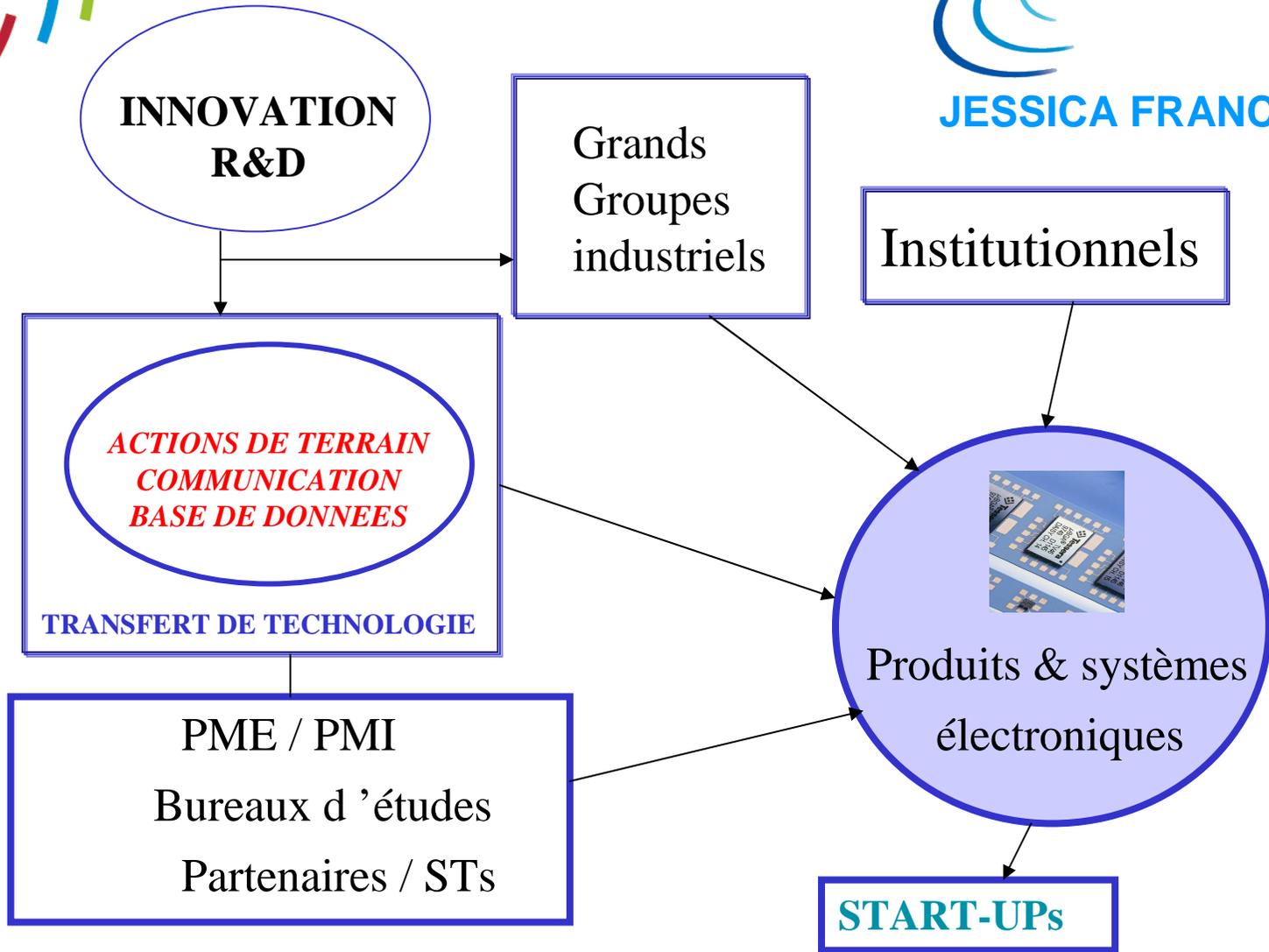


## Exemple de réalisation

- Module électronique sans fil pour capteur matriciel  
Application médicale



# MEMBRE ACTIF



# Valence, un positionnement stratégique



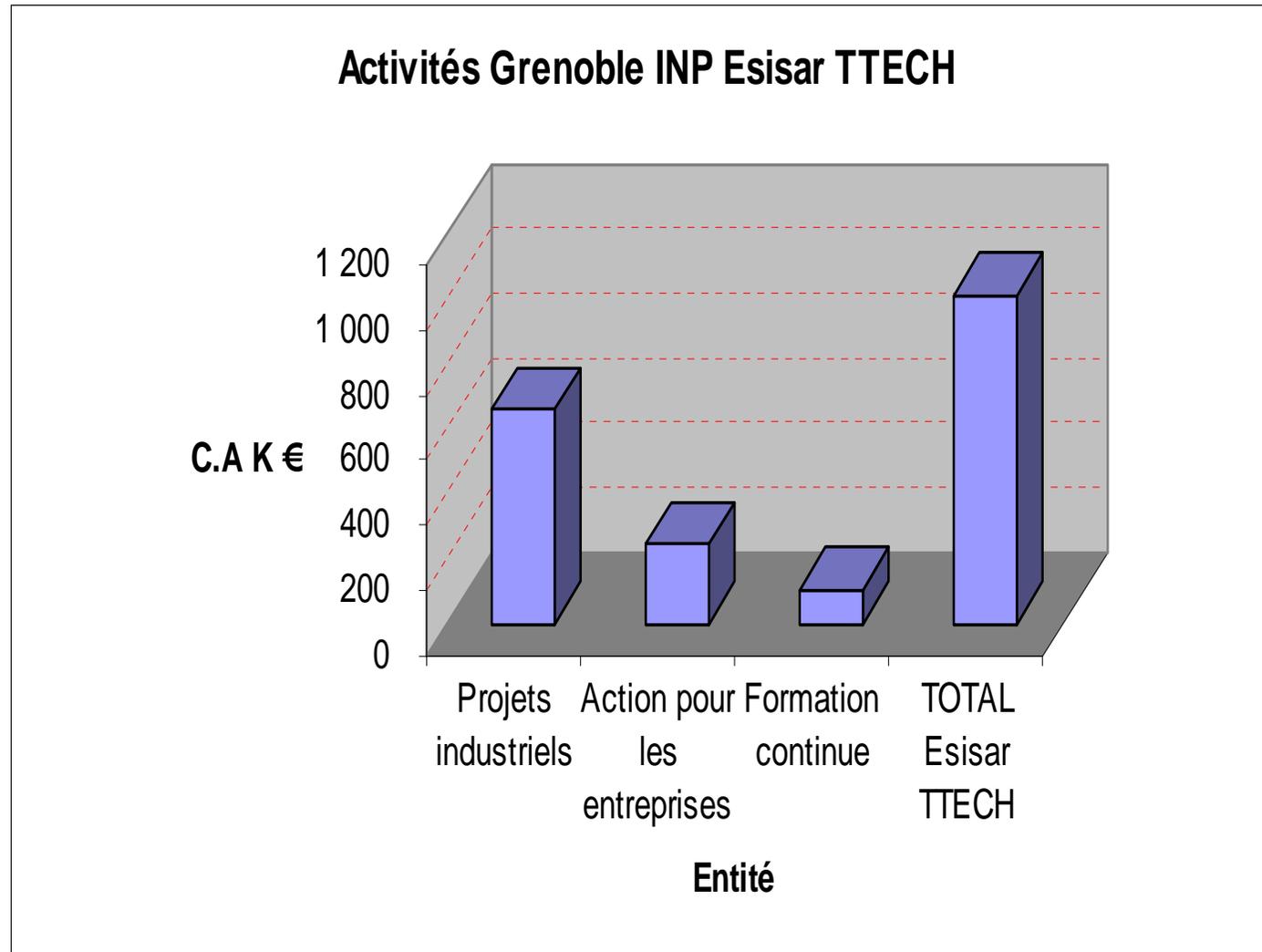


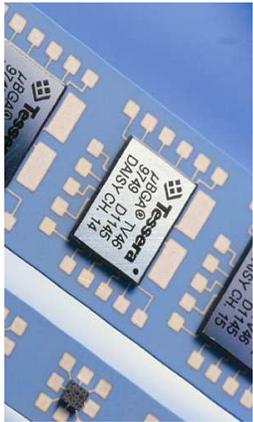
# Les entreprises partenaires

## Transfert de technologie

- |               |           |          |                     |
|---------------|-----------|----------|---------------------|
| • SCHNEIDER   | COVAL     | IMAJE    | TECHNOMED           |
| • SAGEM       | INGENICO  | CROUZET  | PRAXIM              |
| • ACS         | SPIT      | SODIMAS  | CEA/LETI            |
| • EDF         | SOFRADIR  | VI Tech  | ST Microelectronics |
| • AIR LIQUIDE | POLYSPACE | ASCOREL  | MGP I               |
| • IPM         | HP        | CEGELEC  | PURPLE LABS         |
| • TEFAL       | GERAL     | GEMPLUS  | SCHLUMBERGER        |
| • RIETER      | INFOLOGIC | THALES   | SOLYSTIC            |
| • KROHNE      | STÄUBLI   | ALCATEL  | METRAVIB RDS        |
| • FT R&D      | PSION     | CT DEC   | I2E                 |
| • SOLLAC      | E LAB     | DELPHI   | SOLVAY              |
| • BOBST       | E2V       | FABRICOM | SKF Aerospace       |

# Activité prévisionnelle 2009 Transfert de technologies





***Merci pour votre attention  
Questions***

***Karim.chibane@Grenoble-inp.fr***

