

Filière STRIE

Systemes Temps-Réel et Informatique Embarquée

Site : <http://strie.uv.utc.fr/>

Véronique Cherfaoui

strie@utc.fr



Avant propos

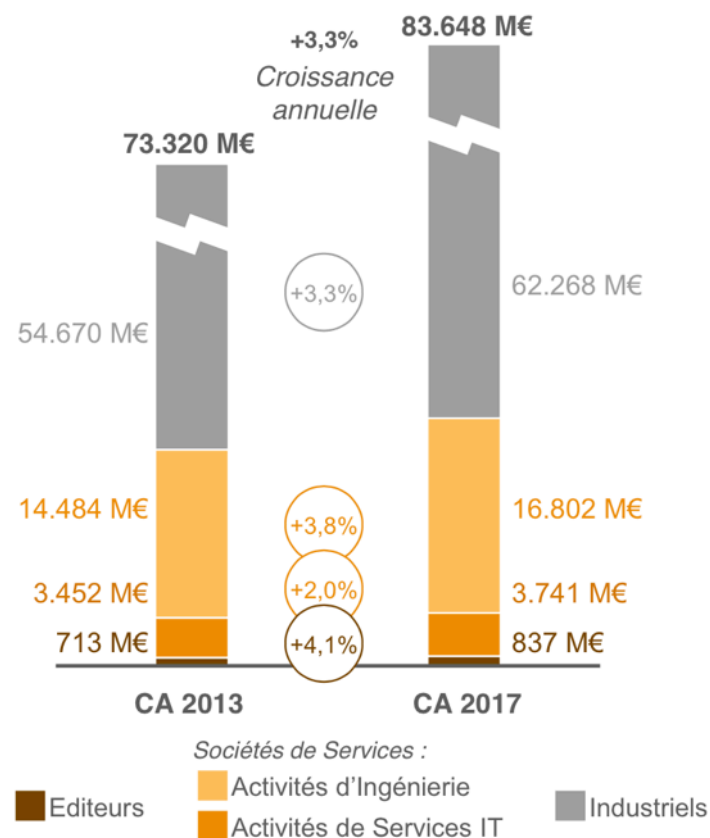
rapport OPIIEC - juin 2014

(Etude sur l'évolution des métiers et des besoins en formation pour les Systèmes Embarqués)

Une filière Systèmes Embarqués qui connaît une croissance soutenue de ses effectifs

- En France, la filière Systèmes Embarqués regroupe 1,3% des actifs, soit 387.500 personnes
- L'étude de 2007 évaluait le nombre d'ETP Systèmes Embarqués à près de 220.000
- ... ce qui signifie qu'il y a eu une croissance de 9,9% par an de ces effectifs
- Ces effectifs devraient poursuivre leur croissance (2,5% par an d'ici 2017)

Evolution du marché des Systèmes Embarqués par acteur (en M€)



les Systèmes Embarqués

Systemes Temps Réel et Informatique Embarquée

- Le progrès technologique aujourd'hui
 - informatique dans la majorité des 'objets'
 - « pervasive computing »
- Résultats nécessaires dans des délais bien déterminés (aspect critique)
 - Assistance à la conduite d'une automobile
 - Le codage d'un téléphone cellulaire
 - La commande du gouvernail d'un avion
 - Les systèmes automatiques de vidéo surveillance
 - etc. etc.

Embarquée, enfouie (embedded)

- On parle d'informatique 'embarquée' ou 'enfouie'
 - algorithmes adaptés à la puissance
 - répond dans des délais déterminés
 - parfois interface avec l'utilisateur pratiquement invisible
 - communicante
- La machine
 - plus autonome
 - s'adapte mieux à son environnement (informations de plusieurs sources)
 - agit dans des délais précis et garantis
 - Plus intelligente...

L'omniprésence des Systèmes Embarqués



50 milliards d'objets connectés en 2020



1/3 du coût de fabrication d'un avion est lié aux Systèmes Embarqués



1 métro meteor (ligne 14 à Paris) = **1,3 millions d'heures** de développement logiciel



1 plan de le Nouvelle France Industrielle sur 2 est lié aux Systèmes Embarqués



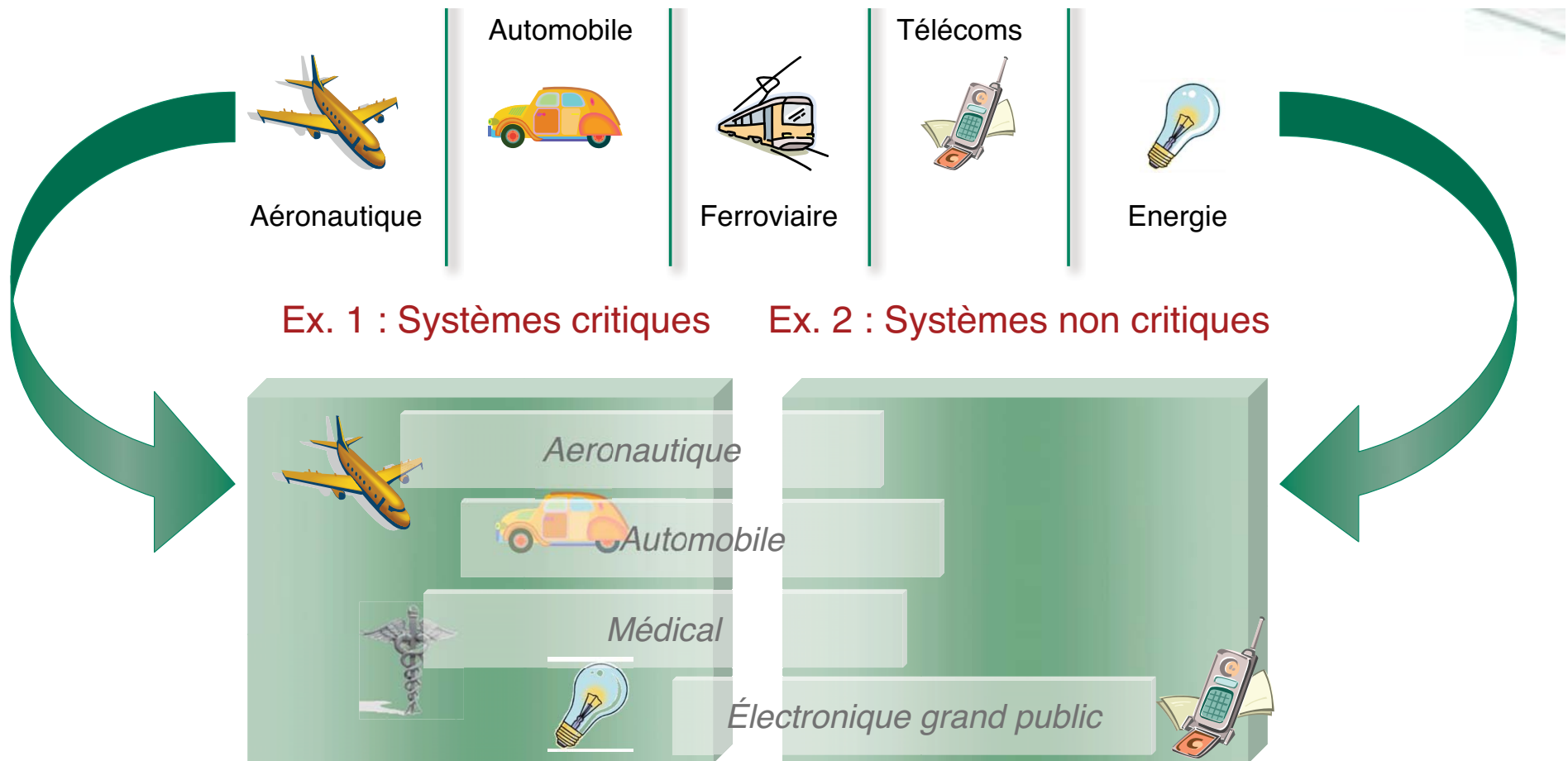
26 pôles de compétitivité sur 37 en France soutiennent des projets Systèmes Embarqués



2 Instituts de Recherche Technologique (IRT) sur 8 ont l'Embarqué comme thématique

Source : OPIIEC 2014

Grande diversité des domaines d'activités



Source : OPIIEC 2008

strie@utc.fr

Devenir et Métiers

Catégorie	Exemples de sociétés
Industriels	Airbus, Schneider, Alcatel
Équipementiers / Systémiers	Valeo, Siemens, Thalès
Techno-providers / Composantiers	ST Microelectronics, Texas Instruments
Ingénierie / Bureaux d'Etudes	Bertin, Segula Technologies
Services & SSII	Atos, Altran, Sogeti High Tech
Editeurs Logiciel	Anyware Technologies, Esterel, Adacore, Geensys
Recherche et Formation	INRIA, CEA, Ecoles, Universités
Pôles de compétitivité : Organisation clusters	Aerospace Valley, System@tic, Minalogic
Associations / Communautés	Autosar, DO 178C, ISO 26262, Eclipse Open Source, ObjectWeb

11 métiers clés du développement en Systèmes Embarqués

	Débouchés identifiés par les établissements de formation initiale	Offres d'emploi dans l'Embarqué	Fiches métiers	
			Génériques	Spécifiques aux Systèmes Embarqués
Architecte Systèmes Embarqués	✓	✓	✗	✗
Architecte plateforme	✓	✓	✗	✗
Architecte applications / logiciels Embarqués	✓	✓	✓	✗
Chef de projet et logiciel Embarqué	✓	✓	✓	✗
Concepteur développeur logiciel	✓	✓	✓	✗
Ingénieur R&D	✓	✓	✓	✓
Intégrateur système	✓	✓	✓	✗
Spécialiste test	✓	✓	✓	✗
Spécialiste qualification/validation	✓	✓	✓	✓
Responsable spécialiste process et méthodes	✓	✓	✓	✗
Responsable spécialiste support et maintenance	✓	✓	✓	✗

✓ Existe pour ce métier ✗ N'existe pas pour ce métier

Source : Rapports OPIEEC-2008 et 2014

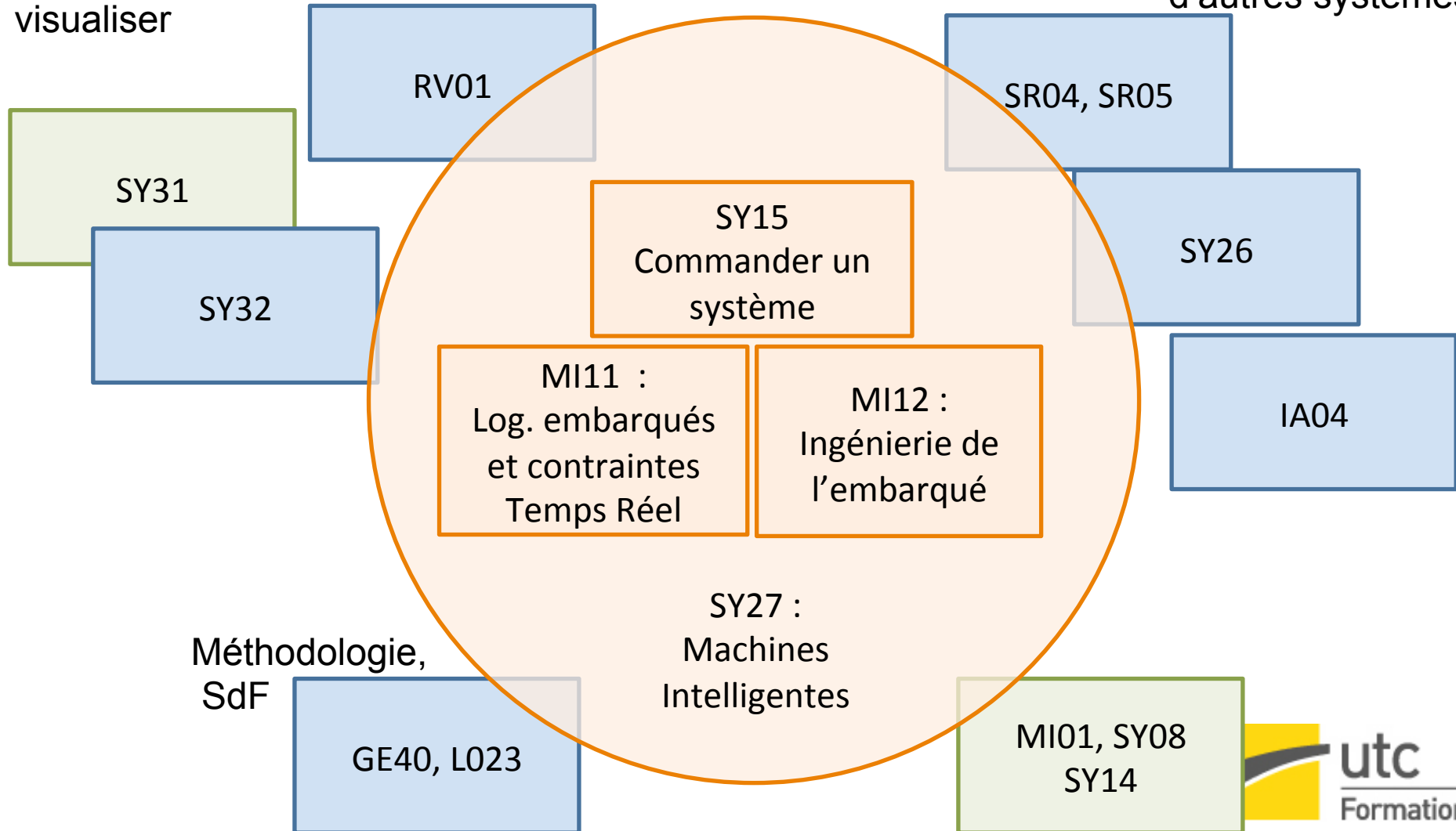
strie@utc.fr

Organisation de la filière (P2014)

PCB
PSF
PF

Capter des informations
sur l'environnement,
visualiser

Communiquer et
interagir avec
d'autres systèmes



4 UVs Spécifiques

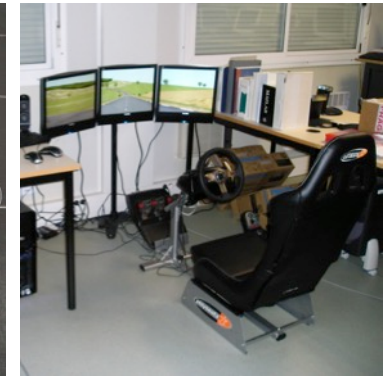
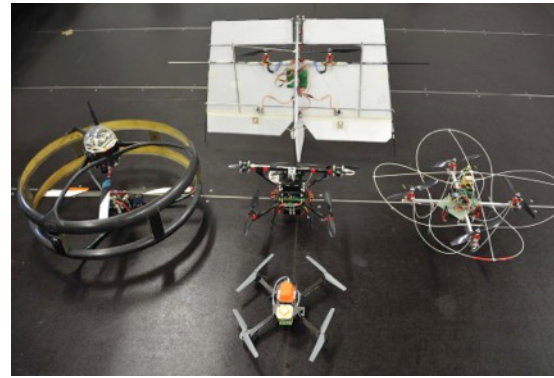
- P : MI11 : Logiciels embarqués et contraintes Temps Réel**
Systèmes d'exploitation embarqués, systèmes multitâches temps-réel, ordonnancement temps réel, systèmes répartis, communications temps réel, synchronisation,
- P : MI12 : Ingénierie des systèmes embarqués**
cycle de conception de système informatique embarqué, Standard "INCOSE for embedded system"
- P : SY15 : Automatique avancée**
Méthodes de contrôle de systèmes dynamiques et de fusion multisensorielle,
- A : SY27 : Machines intelligentes, Syst. autonomes et robotique**
UV plateformes : applications en atelier et mini projets véhicule 'intelligent', drone, simulateurs temps-réel, traitement d'images et de vidéo, plateformes robotiques, objets communicants

Autres Uvs de la filière

- SY32 (Printemps)
Analyse et synthèse d'image
- SY26 (Printemps)
Télécommunications
- SR04, SR05 (Automne)
Réseaux, Algorithmes et systèmes répartis
- LO23 (Automne)
Conduite de projet informatique
- RV01 (Automne)
Réalité augmentée

Exemples de parcours d'un(e) STRIEUR(SE)

- **Parcours Informatique Embarquée**
MI11, MI12, SY15, SY27, SY26
- **Parcours Robotique**
MI11, SY15, SY27, RV01, SY32
- **Parcours Robotique distribuée**
MI11, SY15, SY27, SY32, IA04, SR05
- **Parcours Objets Communicants**
MI11, MI12, SY27, SR05, SY26



- Nombreuses plateformes
- Enseignants-chercheurs rattachés au laboratoire Heudiasyc (UMR CNRS):
 - projets d'excellence
 - pôles de compétitivité,
 - projets industriels.



Equipe pédagogique

- Philippe Bonnifait
- Stéphane Bonnet
- Ali Charara
- Véronique Cherfaoui
- Alessandro Correa-Victorino
- Jérôme De Miras
- Vincent Frémont
- Mohamed Sallak
- Mohamed Shawky
- Boris Vidolov

- Reine Talj
- Gérald Dherbomez
- Gildas Bayard
- Benjamin Lussier
- Walter Schön

Intervenants extérieurs

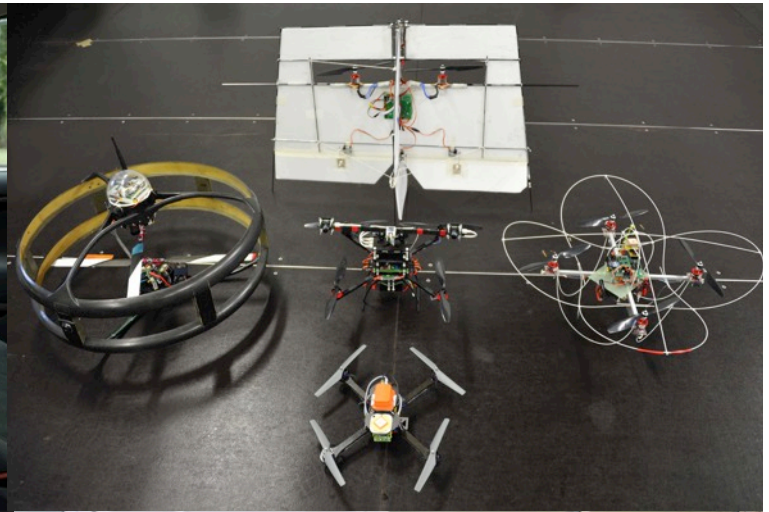
Interventions dans le cadre

- d'UVs de STRIE
- ou d'autres UVs
- THALES-Communications
- MBDA (missiles)
- MathWorks
- Aonix (mini OSTR)
- CNES (J. Legenne)
- LCPC (D. Betaille)
- DSPACE (A. Gourdon)
- Perfect Memory (S. Solitude)

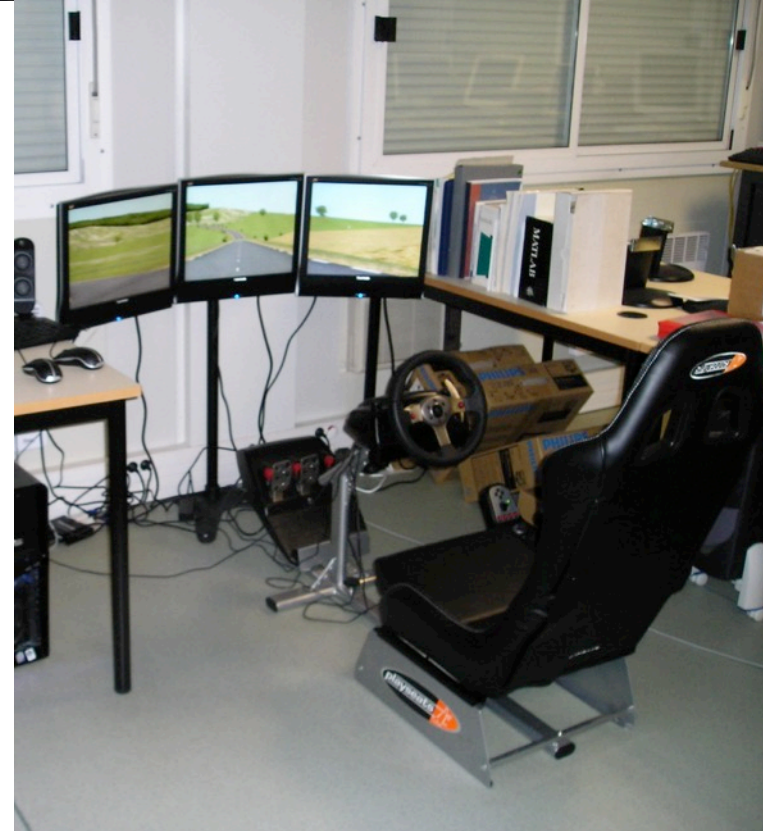
Récentes évolutions

- Re-définition des projets dans l'UV MI12 (ex NF33)
- Actualisation des contenus de MI11 (ex MI03) et MI12 (ex NF33)
- Programme moins éclectique dans SY27
- Intervenants extérieurs répartis dans les UVs de la filière
- Création d'UVs en lien avec la filière : SY31 (PCB) SY32 (GI04-05)
- Compatibilité avec RV01 (Réalité virtuelle)

- Achat de robots mobiles wifibots à but pédagogique (Automne 2012)
 - perception embarquée
 - robots communicants
 - commande temps-réel



STRIE



MI11 : Logiciels embarqués et contraintes Temps Réel (ex MI03)

- Introduction aux systèmes temps réel
- Un exemple de système embarqué
- Développement embarqué “Bare bones”
- Quelle architecture pour les systèmes critiques
- Temps global
- Modélisation de systèmes temps réel
- Communications temps réel
- Relations temporelles
- Algorithmes d'ordonnancement
- Méthodes d'ordonnancement
- Conception et validation d'une application temps- réel

MI12 :Ingénierie des systèmes embarqués (ex NF33)

- 1 Ingénierie des systèmes embarqués, introduction
- 2 Challenge systèmes embarqués
- 3 Exemples exigences aéronautique et automobile
- 4 Modélisation 1 : principes
- 5 Modélisation 2 : choix du modèle et outils de modélisation
- 6 Contraintes temporelles et performances
- 7 Evaluation du Worst Case Execution Time
- 8 Examen Médian
- 9 Modélisation temps/architecture, LUSTRE, SCADE
- 10 Modèles d'architecture
- 11 Exploration de l'espace de conception d'architecture
- 12 Langages de modélisation d'architecture AADL
- 13 Structure d'un algorithme d'une fonction réactive
- 14 Architectures multi-cœurs
- 15 Intégration de l'architecture, exemples avionique et automobile

SY15 Automatique Avancée

- Identification
- Commande
- Observation d'état
- Fusion multi-capteurs

SY27 : Machines Intelligentes : systèmes autonomes et robotique

- Architecture informatique distribuée et modulaire
- Prototypage rapide
 - Matlab/simulink, etc.
- Communication temps réel (CAN et FireWire)
- Acquisition de données analogiques et numériques, rejeu de données, simulation
- Conférences d'industriels sur des problèmes d'actualité.
- **Réalisations en Projets**
 - Robot mobiles d'intérieur et d'extérieur (wifibots, drones, voiture autonome)
 - Perception, Localisation GPS,
 - Dynamique du véhicule (fonctionnement de systèmes ABS et ESP)
 - Objets communicants

Devenir et Métiers

- *Exemples de TN10 : grands groupes et PME/PMI*
- *'Estimation de situations de conduite' à Siemens VDO Automotive*
 - *Création d'un système d'inférence flou pour évaluer l'occupation du conducteur*
- *'Pré-étude d'un simulateur à six axes' à Thales Training & Simulation*
 - *Réalisation d'une étude d'un mouvement à six axes électriques. Simulation et dimensionnement des moteurs. Outils Matlab/Simulink, Labview.*
- *'Procédure qualité équipementiers' à EADS, Launch Vehicles Service*
 - *Mise au point d'architectures de test et validation de modèles VHDL (bus 1553) envoyés par les équipementiers pour la simulation*
- *'Module de test de la couverture GPRS', à France Telecom*
 - *Développement d'un logiciel de test de la qualité et du nombre de voies GPRS. Estimation du débit et envoi des résultats en temps-réel à un poste central.*

Avant propos

Extrait d'une étude nov 2012: <http://www.assisesdelembarque.fr/>



Evolution du marché des systèmes embarqués en France 4^{ème} trimestre 2012

Des acteurs qui se spécialisent et s'internationalisent sur un marché dynamique

Paris, le 27 novembre 2012 – **L'évolution des technologies et les marchés des systèmes et logiciels embarqués sont des enjeux majeurs pour Syntec Numérique, qui a l'occasion des [Assises de l'Embarqué](#) mardi 27 novembre dévoile les résultats d'une étude confiée à Pierre Audoin Consultants. L'un des principaux enseignements de cette étude est que les acteurs de l'embarqué en France (éditeurs et sociétés de services) ont développé leur activité dans l'embarqué depuis 2007. Ainsi, 40% des éditeurs et 29% des sociétés de services interrogés réalisent plus de 80% de leurs revenus dans l'embarqué en 2012 contre respectivement 22% et 13% en 2007.**

Cela montre un intérêt croissant pour ce marché qui bénéficie d'une dynamique importante : $\frac{3}{4}$ des acteurs interrogés sont en croissance en 2012 et 20% devraient même avoir une croissance supérieure à 20% en 2012. Ces chiffres sont à mettre en parallèle de la croissance du marché logiciels et services informatiques estimés par PAC à -0,6% en 2012.

strie@utc.fr



Systemes Temps Réel et Informatique Embarquée

Un Systeme Embarqué (SE) est donc

- un système informatisé, spécialisé et autonome, qui constitue une partie intégrante d'un système plus large. Il combine matériel et logiciel.
- En anglais embedded system – « embedded » signifie « enfoui », ce qui traduit bien le côté « non visible »
- Enjeux de productivité, de fiabilité et de sécurité des systèmes

Les Systemes Embarqués améliorent les objets et équipements dans lesquels ils s'intègrent

- L'intelligence des objets contribue à les rendre plus performants ou plus sûrs (autodiagnostic, auto-configuration...)
- La communication les rend plus performants, capables d'interaction avec leur environnement et évolutifs (recueil d'information en temps réel, mises à jour logiciels possibles...)
- Les Systemes Embarqués améliorent également l'ergonomie des équipements (modules de visualisation ou d'interaction : IHM, GUI...)

... mais doivent répondre à des contraintes particulières

- Contraintes techniques – communication, temps réel, programmable...
- Contraintes économiques – coûts, délai acceptable de mise sur le marché
- Contraintes physiques – poids, taille, encombrement...
- Contraintes d'environnement – vibration, chaleur...