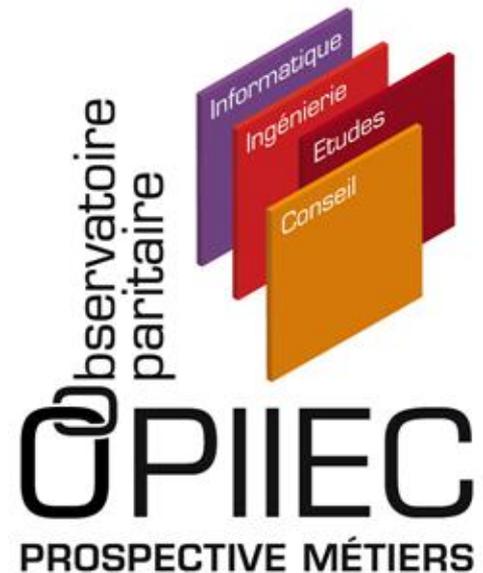




# Étude sur l'offre de formation métiers de l'informatique embarquée

## Rapport phase 2



15 mai 2009

Cécile COLLOT, Hervé DISSAUX - KATALYSE

Jean-Michel MATHIEU, MERLANE



Introduction	p. 3
1 – Analyse des besoins en compétences	p. 7
2 – Analyse de l'offre de formation	p. 25
3 – Bilan d'adéquation et recommandations	p. 45
Annexes	p. 58

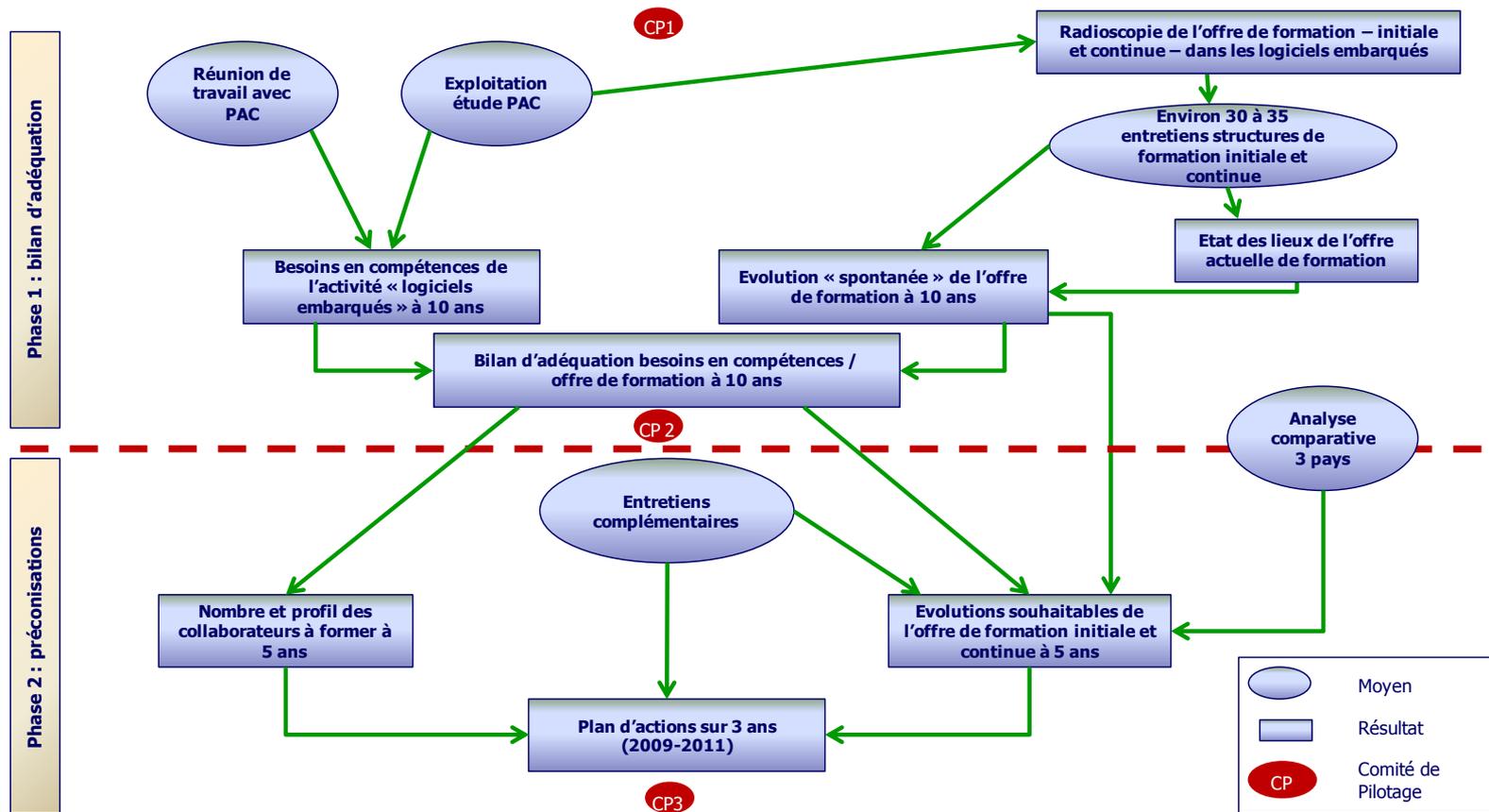


# Introduction

# Rappel du contexte et des objectifs de la mission

- **Contexte** : mise en évidence d'une pénurie (actuelle et future) sur certains profils clés pour le développement de l'embarqué en France
- **Objectifs de la mission** : analyse dynamique de l'offre de formation menant aux métiers de l'informatique embarquée
  - ✓ Dresser le bilan d'adéquation entre les besoins en compétences et l'offre de formation à un horizon de 10 ans dans les métiers de l'informatique embarquée
    - ➔ *Objet de la phase 1 de l'intervention*
  - ✓ Formuler des préconisations (évolutions souhaitables de l'offre de formation à 10 ans ; nombre et profil des collaborateurs à former à 10 ans) aboutissant à un plan d'action sur 3 ans (2009-2011)
    - ➔ *Objet de la phase 2 de l'intervention*

# Schéma méthodologique



# Objectifs et moyens de la phase 2

## ■ Objectifs

- ✓ Formuler des **préconisations quant aux évolutions souhaitables de l'offre de formation** – initiale et continue – dans les métiers des logiciels embarqués
- ✓ Evaluer le **nombre et le profil des collaborateurs** (jeunes diplômés et salariés) à former dans les 5 ans à venir dans les métiers des logiciels embarqués
- ✓ Proposer, en coopération avec l'OPIIEC, un **programme d'action** sur 3 ans (2009-2011) permettant la mise en œuvre des orientations ci-dessus

## ■ Moyens

- ✓ Exploitation des résultats de la phase 1
- ✓ Réalisation de quelques entretiens complémentaires (responsables de structures de formation, responsable d'entreprises, pôles de compétitivité,...)
- ✓ Finalisation de l'analyse comparative dans 3 pays (via recherche documentaire et entretiens téléphoniques)
- ✓ Mobilisation de temps internes afin d'analyser les informations recueillies et d'élaborer la synthèse
- ✓ Organisation d'une réunion du Comité de Pilotage afin de présenter / discuter les résultats de la phase 2



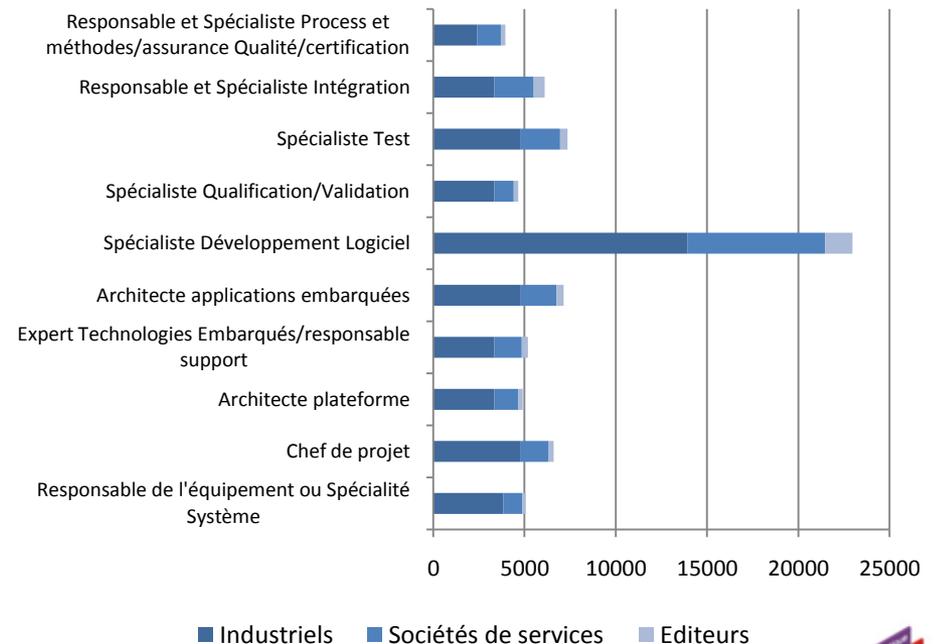
# 1 – Analyse des besoins en compétences

# Évolution quantitative des besoins par métiers 2007-2012

- 74 000 postes en 2007
  - ✓ dont 29 % dans la prestation de service
  - ✓ Forte part du métier de développement logiciel
- Un développement du secteur embarqué qui génère des besoins importants : 34 000 postes supplémentaire en 5 ans (soit +40 %)
- Des besoins plus importants chez les prestataires que chez les industriels

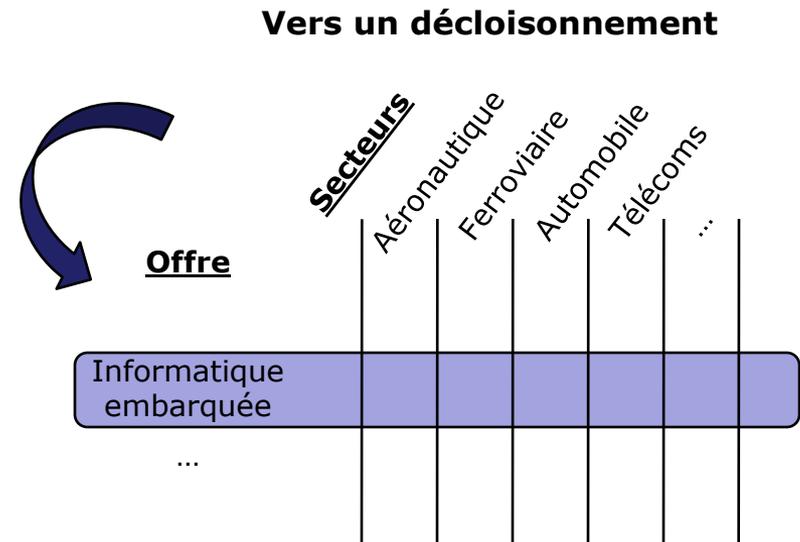
## Répartition selon les 10 métiers de l'informatique embarquée en 2007

Source : PAC - retraitement KATALYSE



# Grandes évolutions du secteur (1/2)

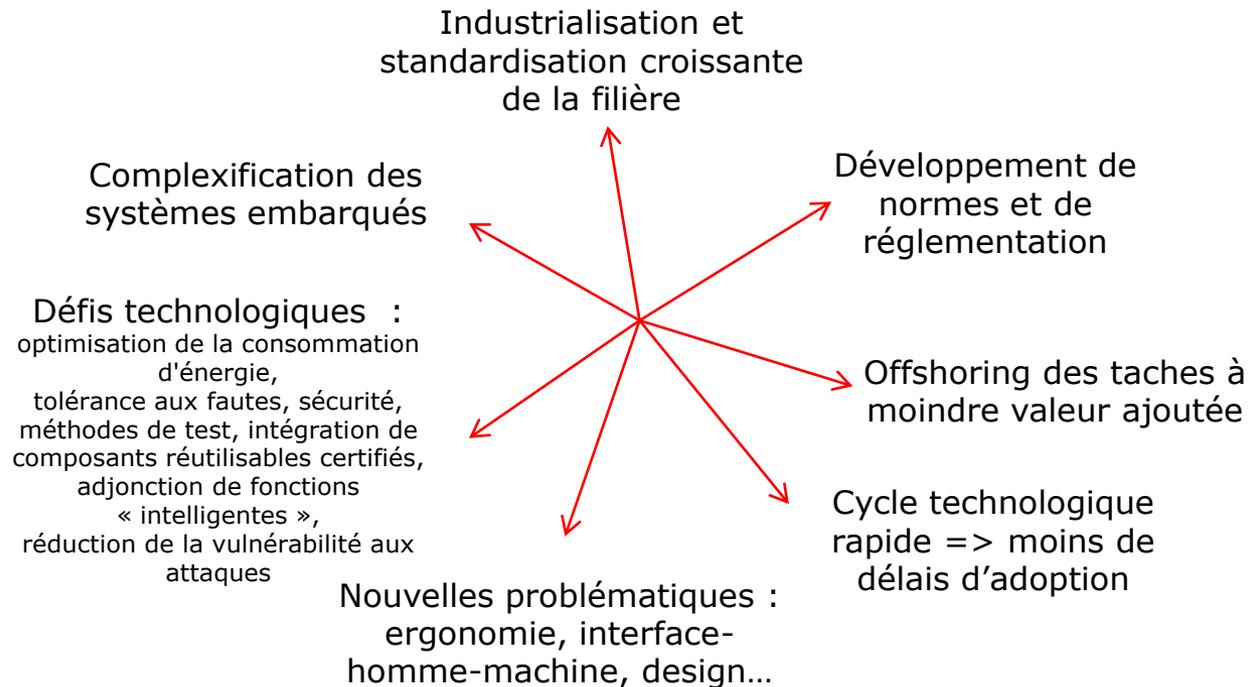
- Un secteur qui pénètre peu à peu tous les domaines
  - ✓ Des secteurs matures tels que les télécoms et l'aéronautique et des secteurs émergents (médical, automobile,...)
  
- Décloisonnement : de secteurs verticaux éclatés avec des pratiques spécifiques vers une homogénéisation des pratiques
  - ✓ Tendance à l'homogénéisation des standards et des normes => vers une homogénéisation des besoins en compétence
    - Une évolution progressive => à 3-5 ans, une « horizontalité » non encore aboutie



# Grandes évolutions du secteur (2/2)

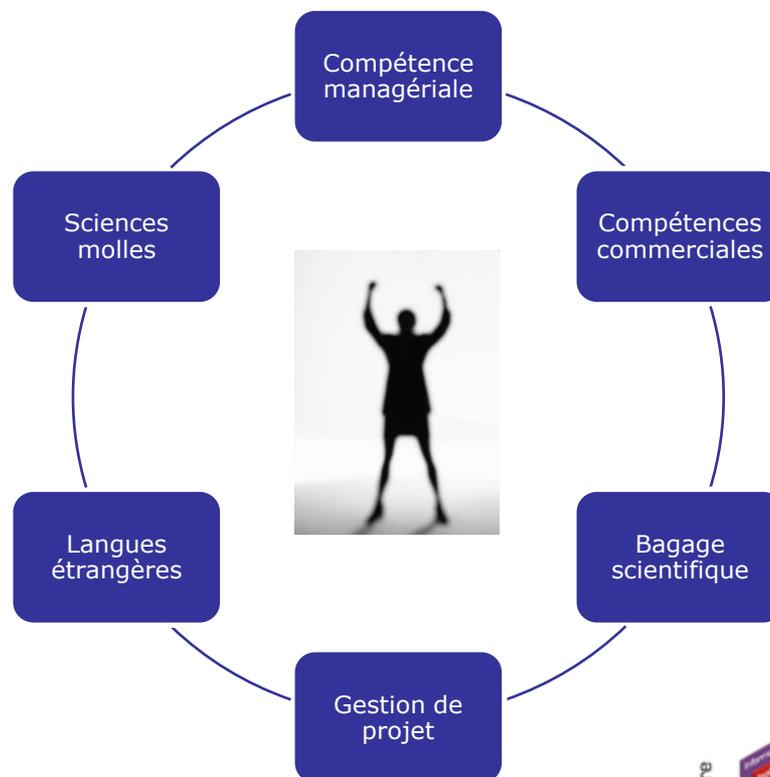
## ■ Des évolutions contraires :

- ✓ Volonté d'industrialisation, normalisation, rapidité des cycles technologiques
- ✓ Complexification des technologies, problématiques,...



# Évolution des besoins des entreprises intégrant une dimension embarquée

- Valorisation des profils avec des compétences managériales et relationnelles
  - ✓ Gestion d'équipe et communication pour travailler sur un mode projet avec une dimension internationale
  - ✓ Gestion d'équipes off-shore
- Nécessaire autonomie et capacité d'adaptation des profils recherchés → au-delà du savoir-faire, valorisation du savoir-être
  - ✓ Capacité à s'adapter aux évolutions très rapide du secteur
  - ✓ Autonomie dans la résolution des difficultés
- Compétences commerciales (en particulier chez les prestataires)

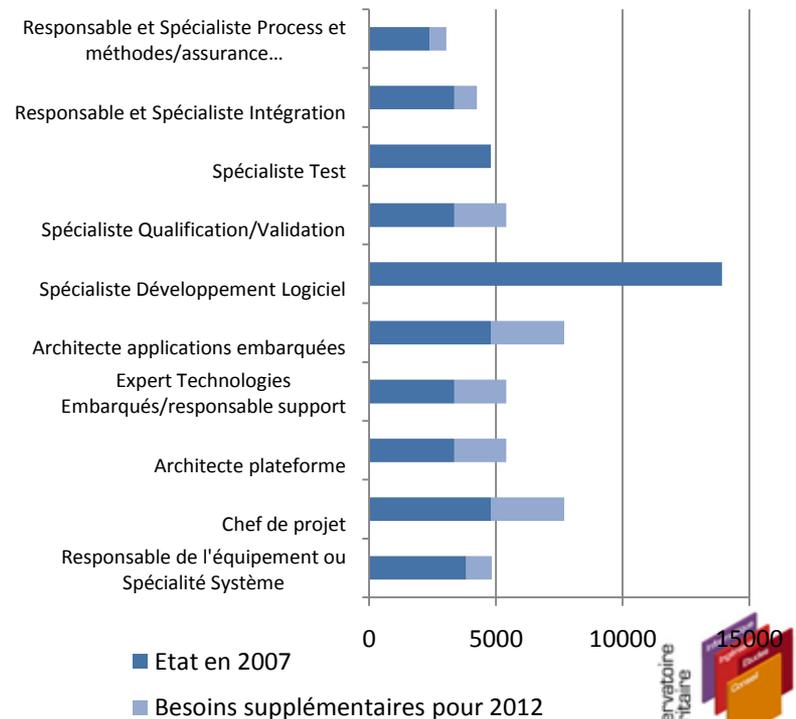


# Évolution des besoins des entreprises intégrant une dimension embarquée : les entreprises industrielles

- Une volonté de développer plus fortement les fonctions d'expertise et d'encadrement
  - ✓ Une recherche de profils plutôt ingénieur / Bac+5 qui se confirme
  - ✓ Au contraire externalisation voire offshoring de fonctions plus techniques
    - Mais un besoin de renouvellement fort qui génère des besoins de recrutement
- Des besoins de profils sensibilisés à leur secteur d'activité (connaissance des normes, standards du domaine)
  - ✓ L'expérience constitue un facteur de différenciation
    - Recrutement de profils plus expérimentés

## Evolution du nombre de postes en informatique embarquée par métier dans les entreprises industrielles

Sources : PAC – retraitement KATALYSE

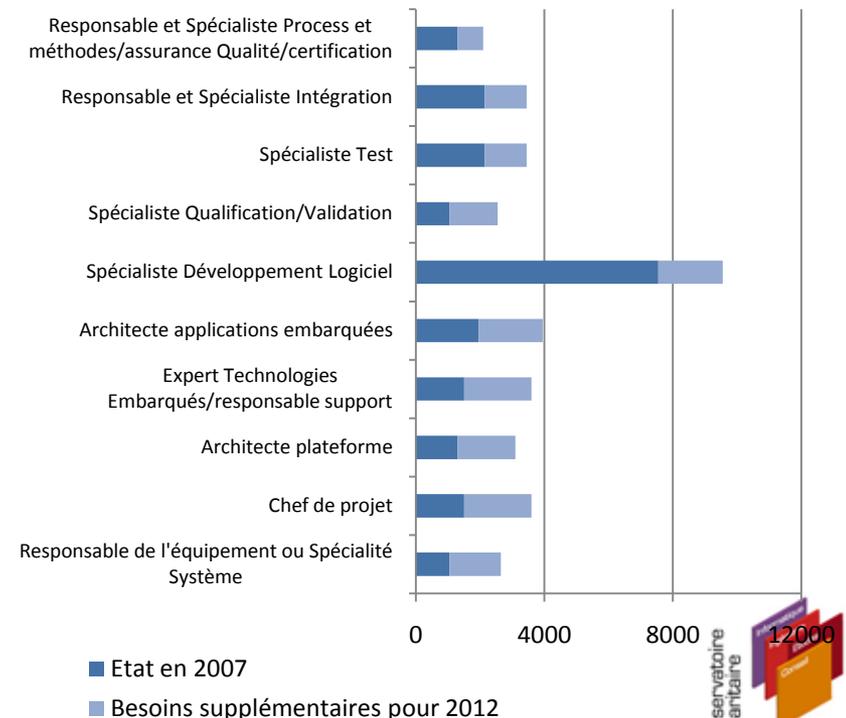


# Évolution des besoins des entreprises intégrant une dimension embarquée : les sociétés de services

- Des besoins par métier plus diversifiés mais très fortement orientés vers des profils plus qualifiés
- Une « fuite » plus importante des salariés (perspectives de carrière limitée, proposition d'emploi par les clients,...) => d'importants besoins de renouvellement de personnel à 5 ans
  - ✓ Changements de postes compris entre 3 et 5 ans

## Evolution du nombre de postes en informatique embarquée par métier dans les entreprises de services

Sources : PAC – retraitement KATALYSE

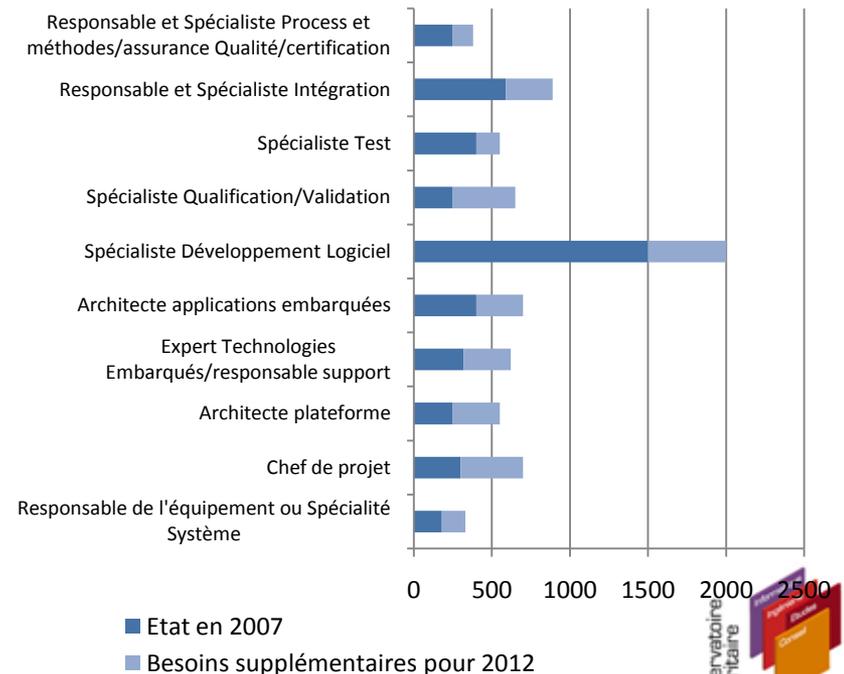


# Évolution des besoins des entreprises intégrant une dimension embarquée : les éditeurs de logiciels

- Besoin important de développeurs logiciel
- Fort recrutement de « chefs de projet et spécialistes Qualification/Validation

## Evolution du nombre de postes en informatique embarquée par métier chez les éditeurs de logiciels

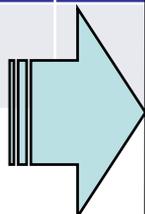
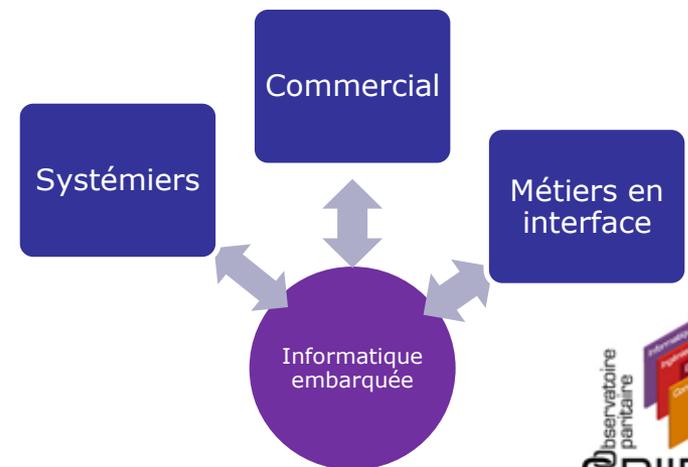
Sources : KATALYSE



# Apparition de besoins au sein d'entreprises « non embarqués »

- Un fort développement de la présence des systèmes embarqués dans tous secteurs d'activité
  - ✓ Une industrie du logiciel embarqué encore peu mature sur différents secteurs (automobile, médical,...)
- Apparition de nouveaux besoins de compétences dans des établissements industriels ou de service informatique n'intégrant pas aujourd'hui cette dimension
- Un « secteur » et des métiers en interaction avec de nombreuses fonctions
  - ✓ Nécessité pour les acteurs travaillant dans l'environnement des logiciels embarqués de disposer d'un « vernis »

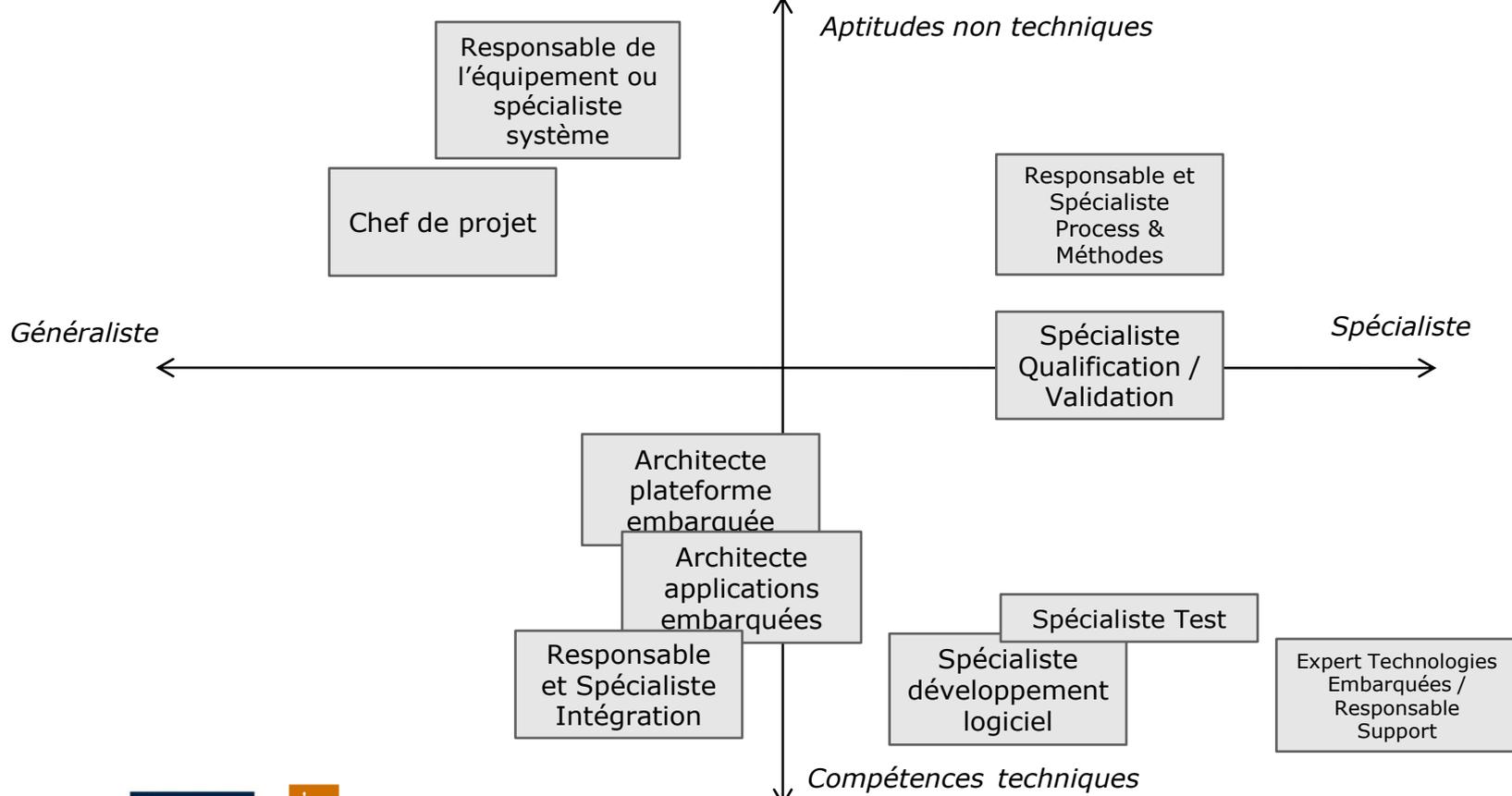
	Établissement avec activité informatique embarquée	Établissement sans activité informatique embarquée
Industriels		
Conseil et services informatiques		

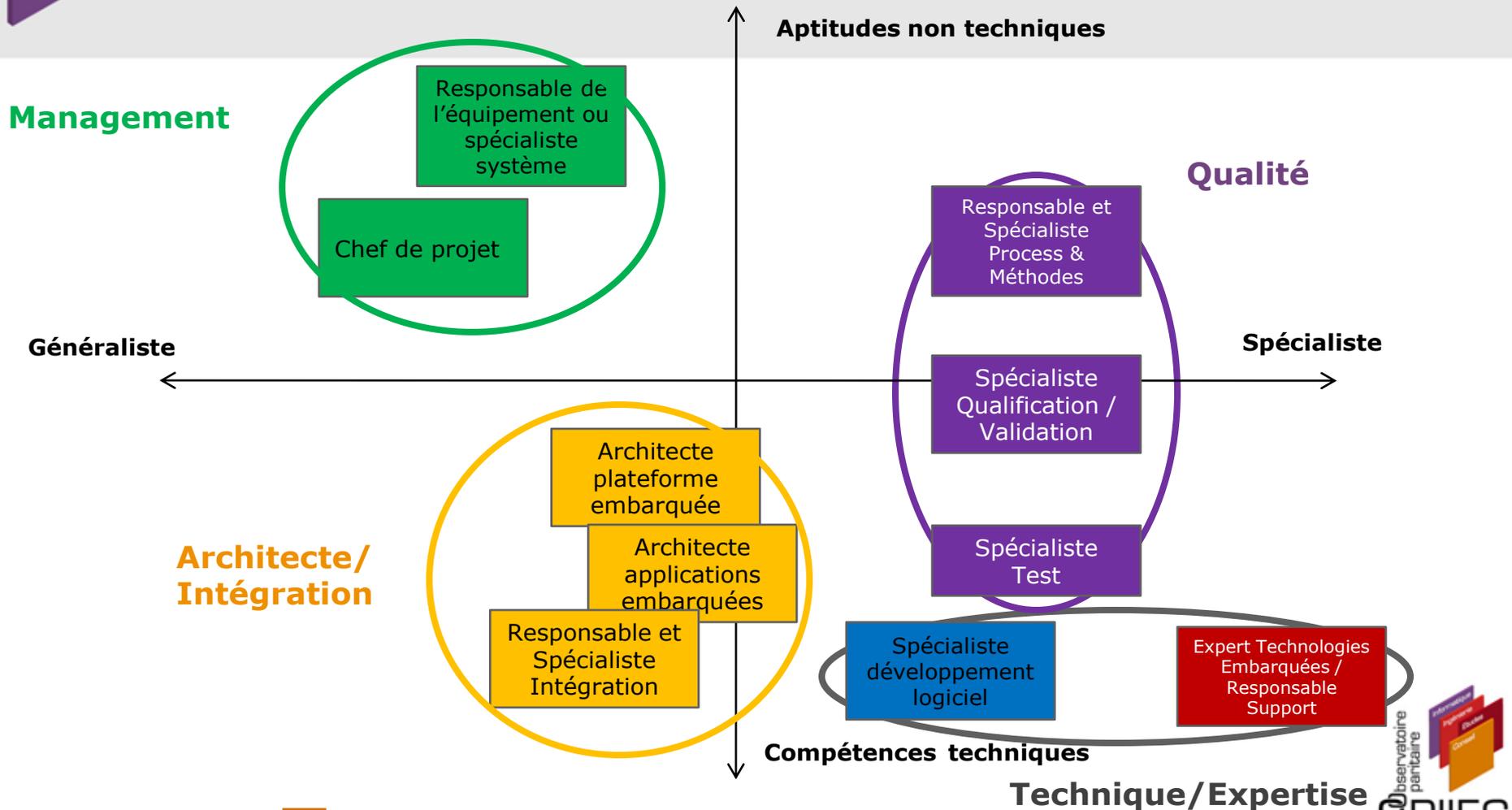
# Les besoins de compétences par métier

## MATRICE DES COMPÉTENCES PAR MÉTIER

Source : KATALYSE entretiens

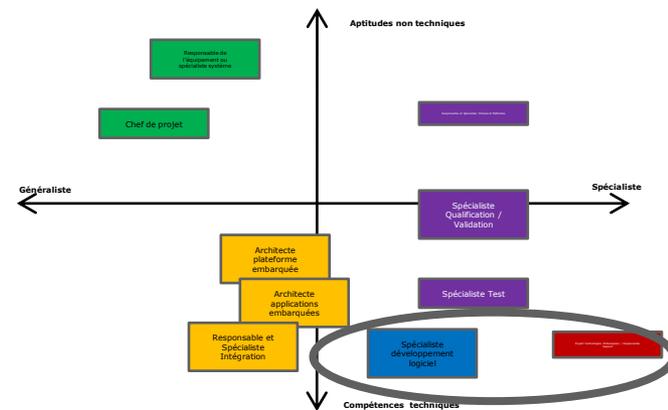


# Matrice compétences : segmentation en profil



# Les profils « techniques »

- Des besoins encore importants de développeurs à moyen terme (2 000 emplois supplémentaires à 5 ans)
  - ✓ Renouvellement de postes
  - ✓ Malgré une forte tendance au offshoring
- Des profils « expert » de plus en plus recherchés (développement de la R&D, complexité des projets...) → 4 000 experts supplémentaires nécessaires
  - ✓ Des profils au moins bac+5 voire docteur
  - ✓ Une recherche de profils expérimentés (au moins 5 ans)
- Compétences requises :
  - ✓ Des compétences techniques plus ou moins pointues (étroites pour les métiers développement et étendues pour les experts)



# Les profils « qualité »

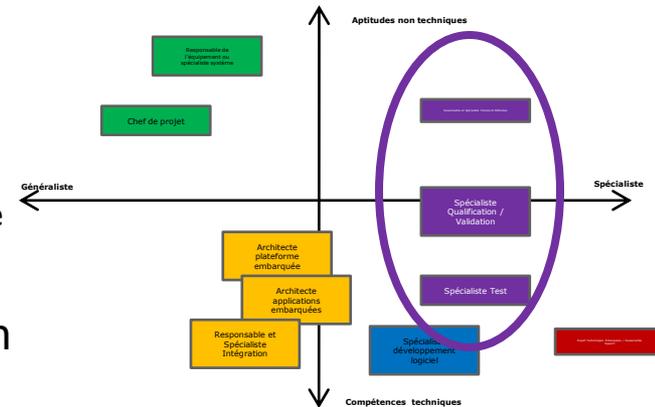
- Des métiers essentiels pour répondre aux contraintes de criticité et de cycle de technologie court → plus de 6 000 postes supplémentaires en 5 ans

- ✓ Volonté forte de chercher à « industrialiser » le test par le développement de nouveaux process

- Pour les métiers de la qualité, la dimension industrielle a une grande place :

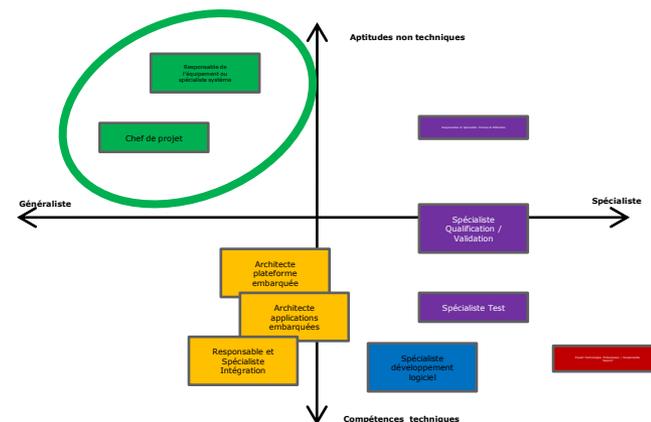
- ✓ Connaissance de cadres d'architecture systèmes (DoD, ISO...)
  - ✓ Ingénierie des exigences
  - ✓ La certification peut être un plus pour les industriels

- Le métier de spécialiste test comme porte d'entrée vers des métiers de qualification/validation et méthode/processus



# Les profils « management »

- Des besoins très importants → près de 8 000 postes supplémentaires d'ici 5 ans
- Besoin de profils qui sont de moins en moins de simples gestionnaires de projet :
  - ✓ Management dans un contexte complexe
  - ✓ Gestion d'équipe et communication (articulation d'experts)
  - ✓ Projets internationaux
  - ✓ Ingénierie financière
  - ✓ Une « coloration » embarquée des compétences non essentielle
- Profils technico-commerciaux de plus en plus recherchés :
  - Recherche d'ingénieurs de formations dotés de capacités commerciales (formation complémentaire)
- Tendance à recruter des profils avec des compétences managériales et relationnelles développées



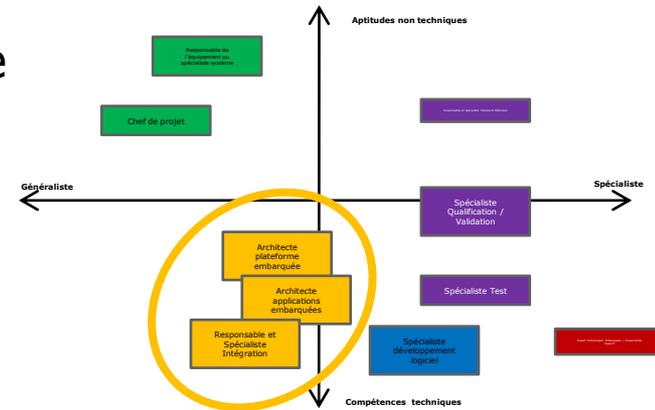
# Les profils « intégration / architecte »

- Fonctions centrales des systèmes embarqués, nécessitant une maîtrise plus grande des compétences embarquées (11 000 postes supplémentaires d'ici 5 ans)

- ✓ Profils « justifiant » le plus une formation spécifique embarquée
- ✓ Importance actuelle de l'expérience pour le recrutement

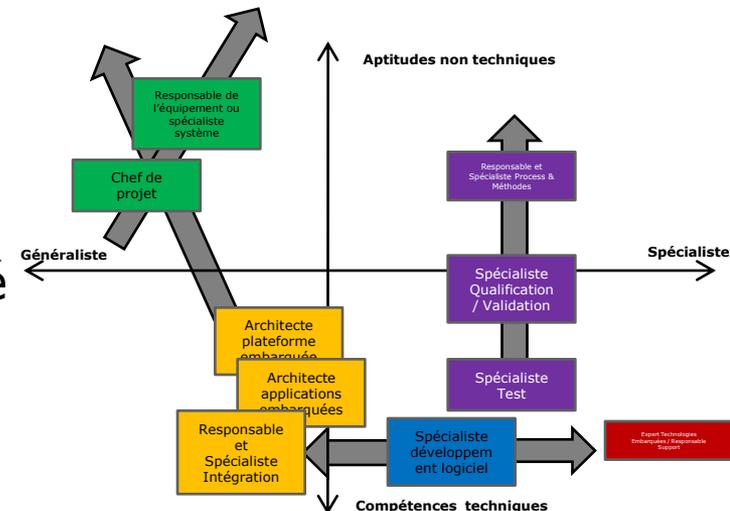
- Compétences requises:

- ✓ Socle de connaissance technique
- ✓ Compétences industrielles (maîtrise du secteur)
- ✓ Capacité à concevoir et comprendre les systèmes embarqués



# Analyse des évolutions professionnelles envisageables

- Une porte d'entrée aujourd'hui quasi-exclusive par les fonctions techniques (développement, test)
- Évolution « naturelle » de fonctions techniques vers des fonctions d'expertise, management ou qualité
- Des évolutions relativement longues (acquisition d'expertise par l'expérience)
  - ✓ À 3-5 ans pour les profils ingénieurs
  - ✓ 5 à 10 ans pour les profils Bac+3
- La mobilité entre secteurs reste encore faible



# Synthèse : Les enjeux

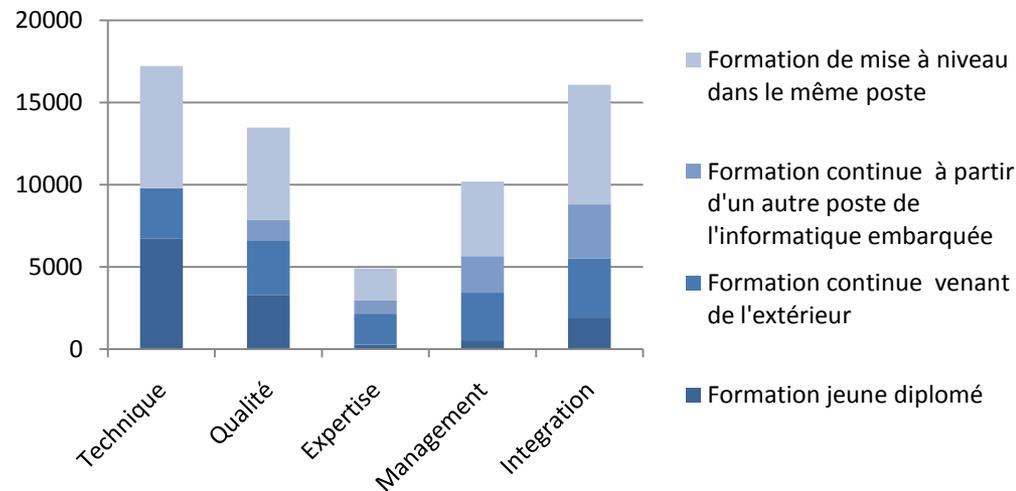
1. Des besoins de recrutement très importants dans une filière qui peine dès aujourd'hui à recruter
  - ✓ Une tension sur le recrutement d'autant plus forte que le secteur se développe fortement créant de nouveaux besoins
  - ✓ Une nécessaire montée en compétence des acteurs périphériques à l'embarqué
2. Des besoins de recrutement de profils qualifiés et expérimentés (experts, managers, architectes,...)
3. Un secteur qui évolue très vite et qui nécessite une mise à niveau régulière des compétences (entreprises apprenantes ou formation continue)
4. Une réelle difficulté des acteurs de la filière à déterminer les compétences requises
  - ✓ Un secteur qui évolue rapidement et fortement
  - ✓ Une normalisation non encore aboutie qui rend difficile les mobilités entre secteur
  - ✓ Des difficultés à percevoir l'informatique embarqué comme un secteur à part entière

# Synthèse : Les besoins en formation à 5 ans

- Besoin de 12 800 jeunes diplômés
  - ✓ dont plus de 9 400 ingénieurs
- Mise à niveau des compétences des nouveaux employés de filière pour 14 800 personnes
- Un besoin (non évalué) de montée en compétence des acteurs en interface avec l'embarqué

## Répartition des besoins en formation sur 5 ans dans l'informatique embarquée

Source : KATALYSE





## 2 – Analyse de l'offre de formation

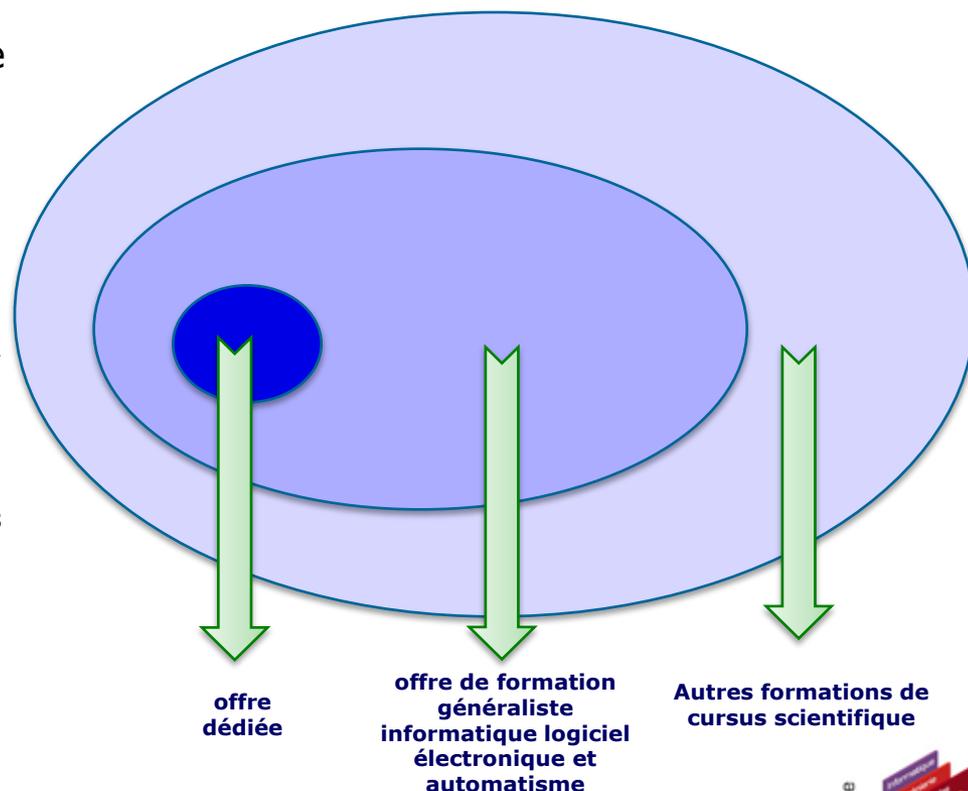


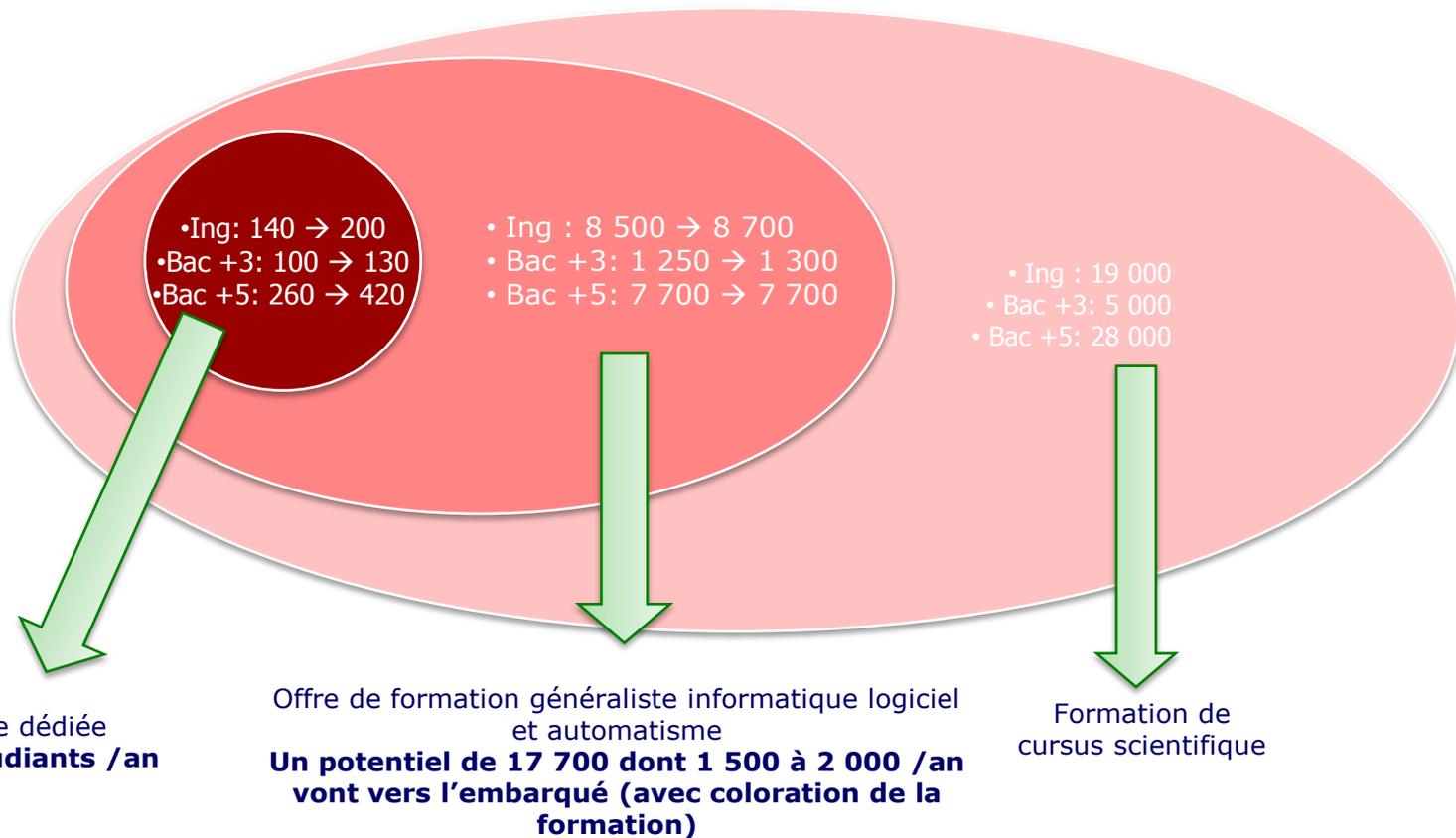
## 2 – Analyse de l'offre de formation

### 2.1 – L'offre de formation en France

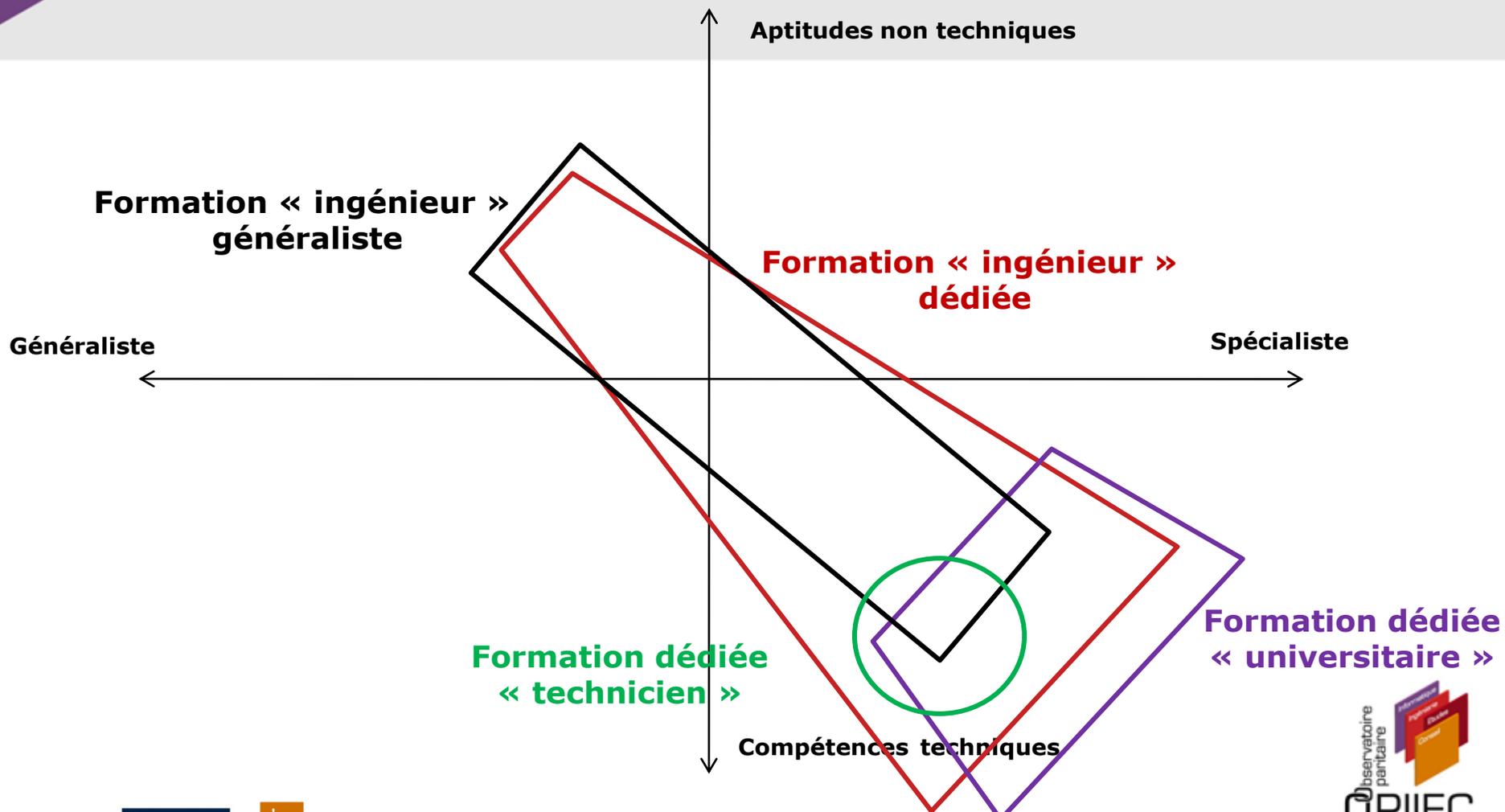
# Rappel de la typologie de l'offre de formation

- Choix d'une classification selon l'intensité de l'informatique embarquée dans la formation
- Offre dédiée ayant une partie distincte de la formation autour de l'informatique embarquée
- Offre généraliste informatique, logiciel, électronique et automatisme
  - ✓ Potentiel d'étudiants pouvant s'orienter vers l'embarqué : 17 000 diplômés
  - ✓ Offres ne proposant qu'une légère coloration mais qui permettent d'acquérir la plupart des compétences pour travailler dans la filière
  - ✓ En majorité des formations d'ingénieurs





# Les compétences acquises par la formation initiale



- Une offre encore très jeune qui évolue qualitativement (évolution des programmes) et quantitativement
- Construction de liens avec des entreprises ou des laboratoires pour adapter aux mieux leur offre
  - ✓ Adossement de plus en plus classique de l'enseignement à des laboratoires de recherche
    - Tenir une position de leader dans le domaine de la formation
    - Proposer aux industriels des étudiants à la pointe des connaissances
  - ✓ Intégration à des pôles de compétitivité
- Mutualisation ou regroupement de formations autour de l'informatique embarquée par la création de masters communs
- Evolution générale constatée des formations françaises vers l'international et la gestion de projet
  - ✓ Augmentation des études de cas et des projets en groupe dans des cursus se concentrant sur les bases à connaître et sur une des dernières évolutions de la filière grâce au retour des industriels et des laboratoires
  - ✓ Recherche de partenariats pour développer de nouvelles sensibilités culturelles et linguistiques

## Structures proposant une offre dédiée

- Volonté des structures existantes de se développer pour accueillir de nouveaux étudiants
- Création de nouvelles formations dédiées système embarqué au sein des Universités et écoles d'ingénieurs

## Structures proposant une formation en option / modules

- Intégration dans les formations "classiques" d'informatique, d'automatisme ou d'électronique, d'enseignements spécifiques sur l'embarqué (a minima permettre aux futurs diplômés de pouvoir dialoguer avec des spécialistes)
  - ✓ Notamment dans les filières informatique / électronique, mais également dans les formations sectoriels

# Offre de formation continue

- Une offre pauvre pour la filière informatique embarquée...
  - ✓ La majorité des formations dédiées sont accessibles en formation continue (mais peu d'étudiants)
  - ✓ Quelques formations courtes spécifiques
- ...qui peine à trouver son public
  - ✓ Des difficultés à élaborer une offre de formation en informatique embarquée :
    - Besoins spécifiques de chaque secteur d'activité et de chaque entreprise (notamment sur les compétences techniques)
      - CEGOS, qui fournit des formations liées à l'embarqué depuis quelques années, va arrêter à cause du manque de candidats
      - À la différence des formations initiales, les formations continues doivent être immédiatement applicables au retour de l'employé
    - Relative méconnaissance des besoins des entreprises pour apporter une offre adaptée
  - ✓ Plutôt une formation intraentreprise → adaptée aux grands établissements

# Synthèse : les enjeux de la formation française en embarqué

- Difficultés pour la formation à trouver sa place et sa légitimité
  - ✓ Des besoins très différents selon les secteurs d'activités
  - ✓ Un univers en mutation
- Vers deux types de profils :
  - ✓ Des « spécialistes » pour répondre à l'accroissement du niveau d'expertise que demande la complexification des systèmes et du développement de logiciel
  - ✓ Des généralistes ayant une forte capacité évolutive
- Développement d'une offre de formation continue et d'école doctorale



## 2 – Analyse de l'offre de formation

### 2.2. Benchmark

# Allemagne : données clés

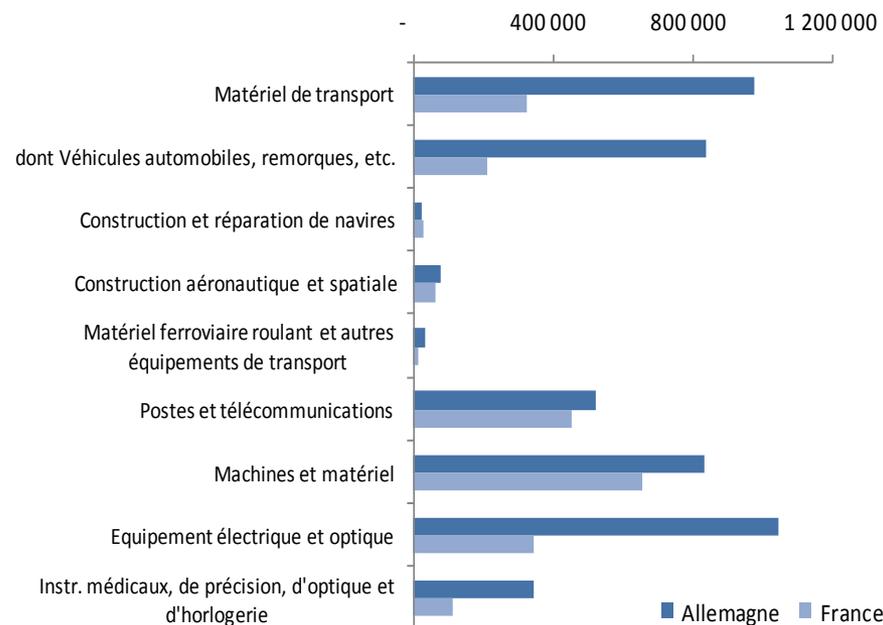
	Allemagne	France
Population en 2007 (en milliers)	82 247	61 707
Population en 2030 (en milliers)	81 028	67 309
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : bas niveau d'éducation	43 %	46 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : niveau intermédiaire d'éducation	72 %	69 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : haut niveau d'éducation	87 %	79 %
Taux de chômage national	8,40 %	9,13 %

	Allemagne	France
Part des TIC de l'industrie manufacturière dans la valeur ajoutée totale de l'industrie manufacturière	5,60 %	5,19 %
Part des professions liées aux TIC dans l'économie totale, définition large	21,60 %	20,70 %

Données : statistiques OCDE – retraitement KATALYSE

## Répartition par nombre d'emplois selon les secteurs ayant besoin des systèmes embarqués en 2007

(sources : OCDE – retraitement KATALYSE)



# L'écosystème des acteurs des systèmes embarqués en Allemagne

- **Nombreux acteurs industriels et forte implication dans le développement des systèmes embarqués tant sur le plan de la recherche que sur la création de formation**
  - ✓ Soutien de Bitkom (Association pour les technologies de l'information, de la télécommunication et des nouveaux médias)
  - ✓ Participation à des projets européens :
    - Projet Artemis 2008 de la Commission UE (50 % de la recherche, 22 % de PME-PMI, 28 % de grandes entreprises)
    - Projet ARTIST: Plusieurs pays de l'UE se regroupent pour développer la recherche dans le design des systèmes embarqués
- **Projet innovant lancé par le ministère de l'éducation et de la recherche Allemande (BMBF) et coordonné par l'Université Technique de Munich: Innovative alliance for Embedded System (SPES 2020)**
  - ✓ Montant de 23 millions d'euros sur 3 ans
  - ✓ Objectif : maîtriser la complexité croissante des systèmes embarqués indépendamment des secteurs d'application
  - ✓ Rassemble des experts professionnels de 5 universités, 3 instituts de recherche, 15 entreprises industrielles dont Siemens, Bosh, EADS...
- **Forte implication des clusters d'excellence et des instituts Fraunhofer (ex : automotive cluster in Baden-Württemberg) pour le développement des systèmes embarqués**

- **Fort développement de formation par projets avec une consonance sectorielle (automobile, aéronautique, médecine) selon les lands et les universités initiatrices**
  - ✓ Apprentissage par l'erreur – approche holistique qui permet de conduire des projets complexes et larges
- **Pour la plupart des ingénieurs de cursus électronique/électrique ou de technologies informatiques...**
  - ✓ Dans une moindre mesure venant de mécanique
- **... Néanmoins on remarque l'importance des doctorants (5 %) et des techniciens (35 %) sortant de formation**
- **Thématiques particulières lors des formations :**
  - ✓ Assurance qualité
  - ✓ Exigences et configuration des projets
  - ✓ Gestion du risque et des coûts
  - ✓ Gestion de la connaissance et de l'expérience

# Canada : données clés

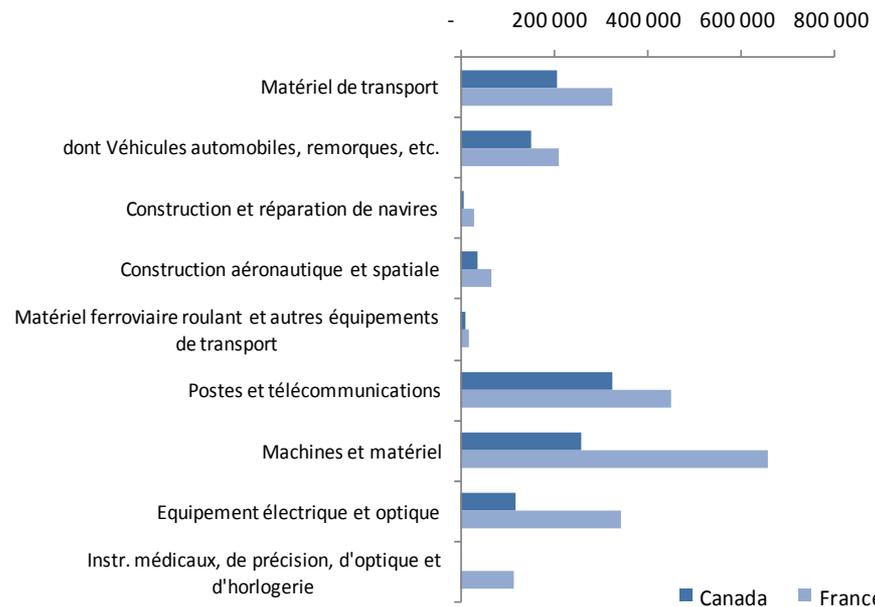
	Canada	France
Population en 2007 (en milliers)	32 976	61 707
Population en 2030 (en milliers)	38 812	67 309
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : bas niveau d'éducation	51 %	46 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : niveau intermédiaire d'éducation	75 %	69 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : haut niveau d'éducation	83 %	79 %
Taux de chômage national	6 %	9,13 %

	Canada	France
Part des TIC de l'industrie manufacturière dans la valeur ajoutée totale de l'industrie manufacturière	4,60 %	5,19 %
Part des professions liées aux TIC dans l'économie totale, définition large	20,50 %	20,70 %

Données : statistiques OCDE – retraitement KATALYSE

## Répartition par nombre d'emplois selon les secteurs ayant besoin des systèmes embarqués en 2007

(sources : OCDE – retraitement KATALYSE)



# L'écosystème des acteurs des systèmes embarqués

- **Des associations d'étudiants et ingénieurs très présentes et actives pour améliorer l'image des systèmes embarqués :**
  - ✓ Canadian Federation of Engineering Students: *provenant de 40 universités canadiennes*
  - ✓ Conseil Canadien des ingénieurs professionnels
  - ✓ Congrès des étudiants en génie du Canada
  - ✓ Conférences, repas
- **Implication des industriels sur les campus des universités :**
  - ✓ Des industriels dont l'intérêt pour les systèmes embarqués est de plus en plus suscité (Ex: Pratt and Whitney dans le secteur aérospatial)
  - ✓ Lien étroits entre la recherche, la formation et les entreprises : placement d'étudiants, nouvelles technologies, création de chaires...
- **Véhicule de commercialisation des universités (UNIVALOR, POLYVALOR) permettant de financer des projets de maturations technologiques**
- **Eclosion de fonds d'investissement spécialisés dans les systèmes embarqués**
- **Politique de recherche du gouvernement canadien sur les systèmes embarqués particulièrement développée dans l'aérospatial et les télécommunications**
  - ✓ Spécialisation dans les technologies de simulation et de modélisation

# Formations des systèmes embarqués au Canada

## ■ Une main d'œuvre de jeunes adultes très éduqués

- ✓ Fort taux d'élèves ingénieurs continuant par une maîtrise (M.Ing ou M.Sc)
- ✓ Souhait d'augmenter fortement le nombre d'ingénieurs formés dans les 10 prochaines années

## ■ Des formations développées par les universités pour tous les niveaux mais souvent une découverte plus tardive des systèmes embarqués en maîtrise ou en doctorat

## ■ Particularités au niveau méthodologiques :

- ✓ L'apprentissage par problèmes et par projets pour le développement des compétences professionnelles de l'ingénieur: ex des programmes de génie électrique et de génie informatique de l'Université de Sherbrooke
- ✓ 5 innovations pédagogiques mises en avant :
  - adoption d'une approche par compétences,
  - caractérisation de chaque session d'étude par un thème,
  - prise en charge de chaque session par une équipe de formateurs,
  - apprentissage par problèmes et par projets sur tout le curriculum des deux programmes,
  - ajout à la méthode APP classique de périodes collaboratives de formation à la pratique procédurale et de formation à la pratique en laboratoire.

## ■ Création de programme unique au niveau des CEGP (collège d'enseignement général et professionnel // bac +2 en France) :

- ✓ Formation accès sur la réalisation de systèmes embarqués
- ✓ Formation en alternance pour des PME-PMI
- ✓ Exemple de participants : Vanier, Maisonneuve, Gérald-Godin, Sherbrooke... (7 établissements proposent ce programme)

## Etats-Unis : données clés

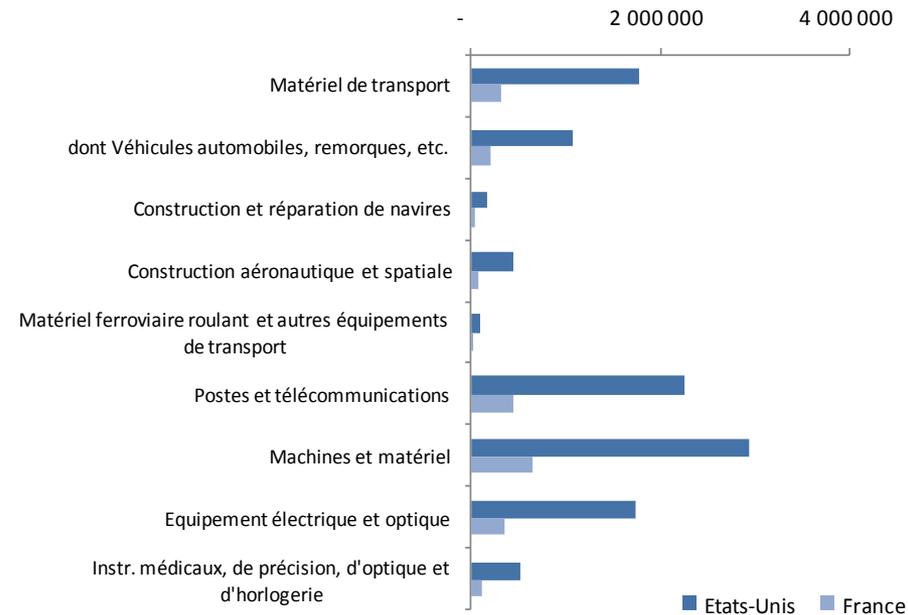
	Etats-Unis	France
Population en 2007 (en milliers)	301 621	61 707
Population en 2030 (en milliers)	363 584	67 309
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : bas niveau d'éducation	35 %	46 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : niveau intermédiaire d'éducation	71 %	69 %
Taux d'emploi de la population née dans le pays de résidence : haut niveau d'éducation	83 %	79 %
Taux de chômage national	4,60 %	9,13 %

	Etats-Unis	France
Part des TIC de l'industrie manufacturière dans la valeur ajoutée totale de l'industrie manufacturière	7,70%	5,19 %
Part des professions liées aux TIC dans l'économie totale, définition large	20,26%	20,70 %

Données : statistiques OCDE – retraitement KATALYSE

### Répartition par nombre d'emplois selon les secteurs ayant besoin des systèmes embarqués en 2007

(sources : OCDE – retraitement KATALYSE)



## ■ **Politique d'investissements forte dans la recherche :**

- ✓ Office of Science and Technology, National Science Foundation, National Research Council ou encore la Nasa
- ✓ Dépenses publiques totales en matière de recherche s'élevant à 126 milliards de dollars en 2004, dont 55 % sont consacrés à la recherche militaire

## ■ **Fort développement des cadres d'architecture système (IEEE, DoD)**

=> proche du lobbying

## ■ Influence mondiale de Institute of Electrical and Electronics Engineers

## ■ **Présence des « venture capitalist »** pour ce secteur des systèmes embarqués (181 milliards de dollars investit par le secteur privé)

## ■ **Des pôles et clusters mondialement connus** (Silicon Valley...) vecteur de progrès dans le domaine et qui attirent la recherche et les grandes sociétés de tous les pays

# Formations aux Etats-Unis

- **Large réflexion autour de nouvelles méthodes d'apprentissage**
  - ✓ Développement d'une littérature sur la pédagogie à employer pour l'apprentissage des systèmes embarqués
  - ✓ Nombreuses conférences sur la problématique avec des universités allemandes et suédoises
- **Développement de réseau d'universités américaines en lien avec des universités de renom mondial tant sur des problématiques de la recherche que sur celles des formations**
  - ✓ Exemple : Création en 2004 du CESUN : Council of Engineering Systems University
    - Rassemblement 30 universités dans le monde (1 seule école française : école polytechnique)
    - Objectif : promouvoir le rapprochement des universités pour développer les systèmes embarqués dans les formations
- **Une gamme de formation très complète :**
  - ✓ Des formations spécialisées imposant de plus en plus un socle de connaissances des systèmes embarqués dans sa globalité par des cours tant en informatique embarquée qu'en matériel
  - ✓ Formation sur la conception de systèmes embarqués le plus souvent dispensée au sein du département informatique
- **Thématique développée dans les formations :**
  - ✓ Forte approche systémique et de management dans un contexte complexe
  - ✓ Apprentissage de normes
  - ✓ Apprentissage par projets incorporant les dimensions économiques

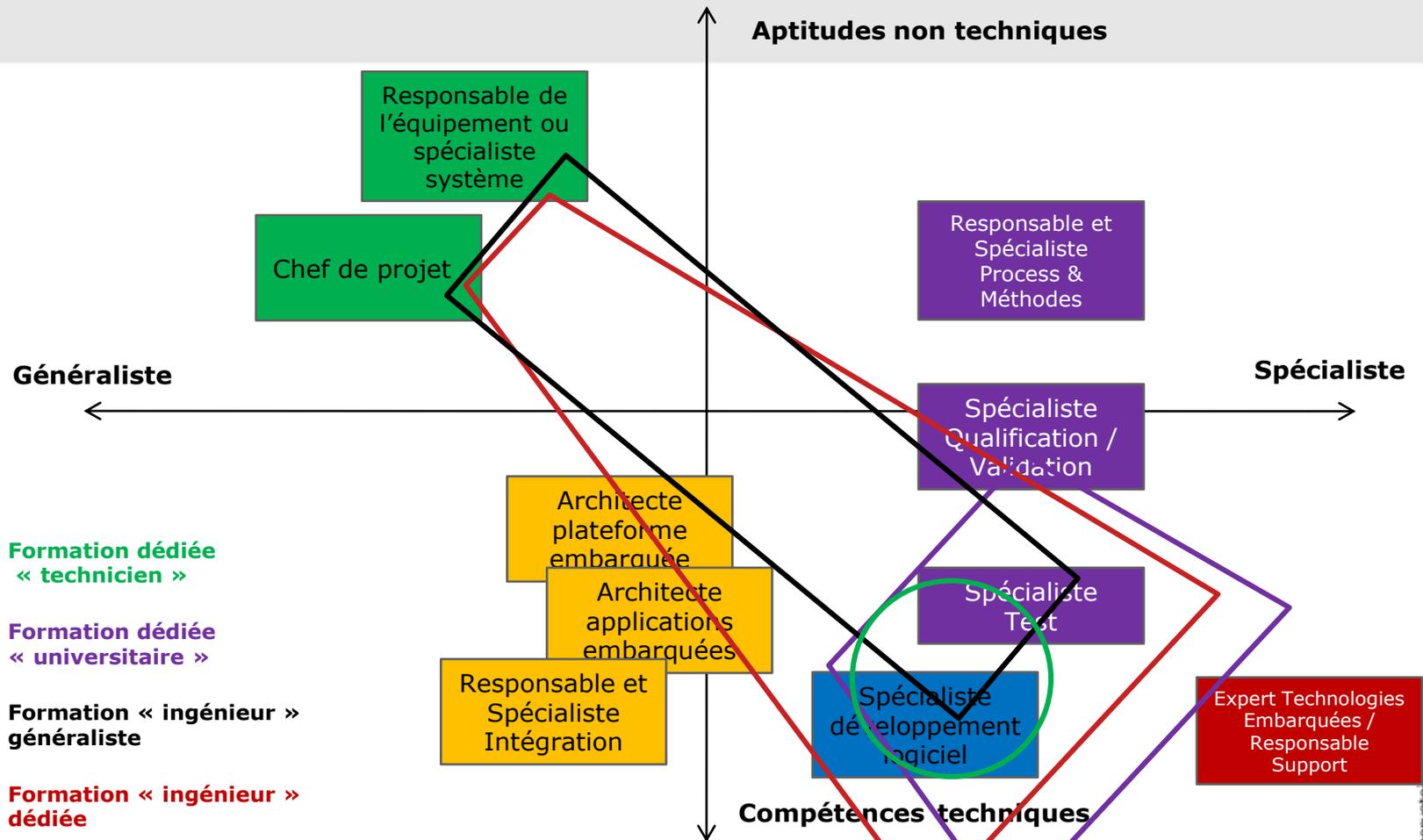
# Synthèse : les « bonnes pratiques » applicables en France

1. Recherche d'alternatives pédagogiques pour répondre au mieux aux besoins de compétence dans l'informatique embarquée
2. Création de liens entre les écoles du pays et les universités étrangères
3. Développement de programmes en commun entre écoles pour atteindre une taille critique
4. Activité de communication active sur la filière
5. Lobbying pour la standardisation des méthodes et processus



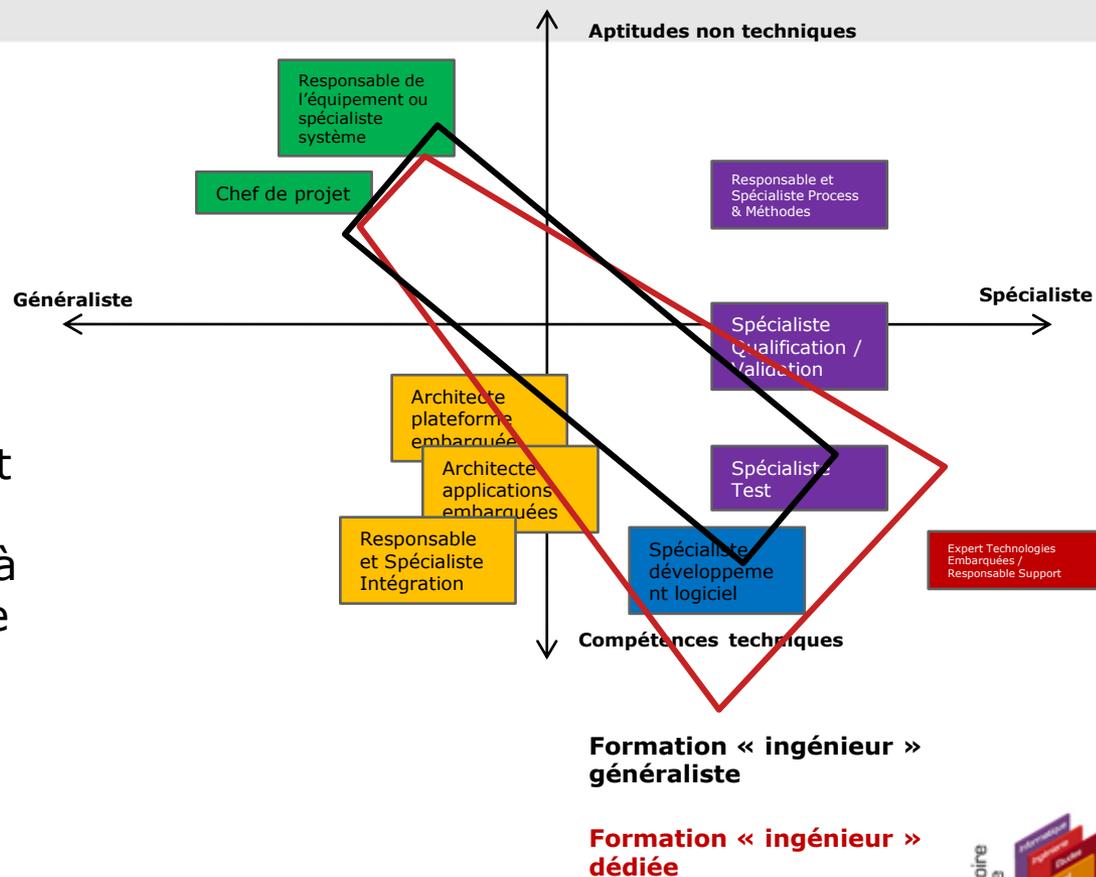
### 3 – Bilan d'adéquation et recommandations

# Matrice compétences : adéquations formations initiales/métiers



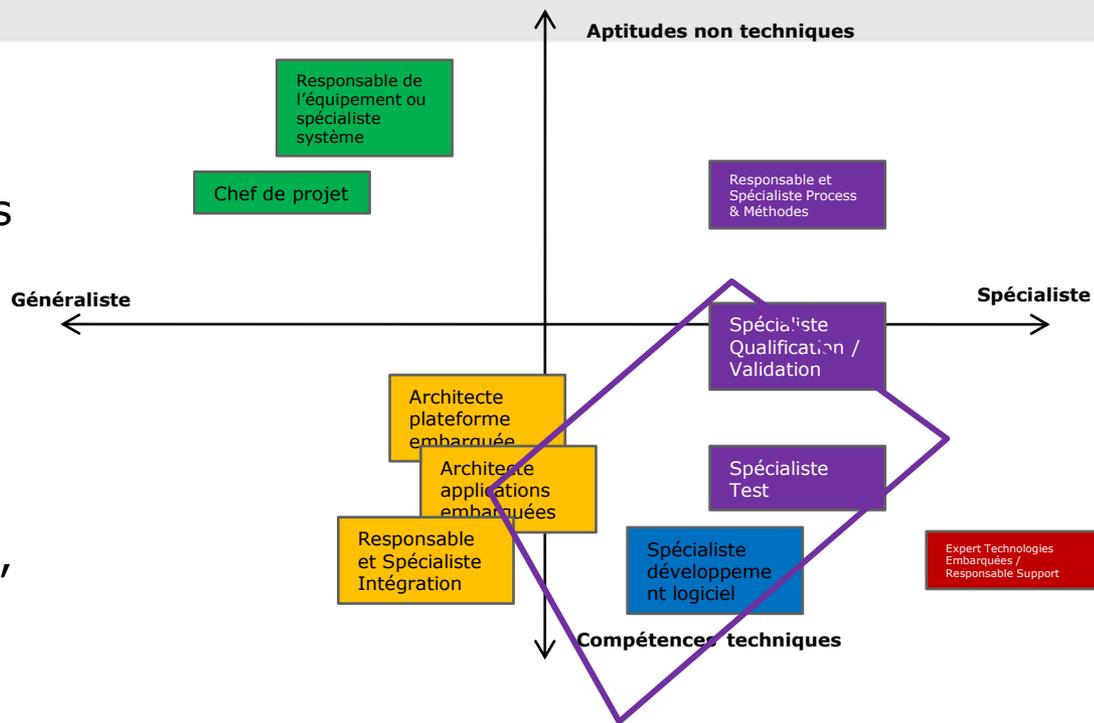
# Adéquation entre les besoins et les compétences acquises par les formations ingénieur

- Forte adéquation des compétences des ingénieurs sur les métiers du développement du logiciel et du test
- Capacité à évoluer rapidement vers les métiers systémiques et de gestion de projet grâce à une formation plus généraliste
- Une montée en compétence acquise essentiellement par l'expérience



# Adéquation entre les besoins et les compétences acquises par les formations universitaires

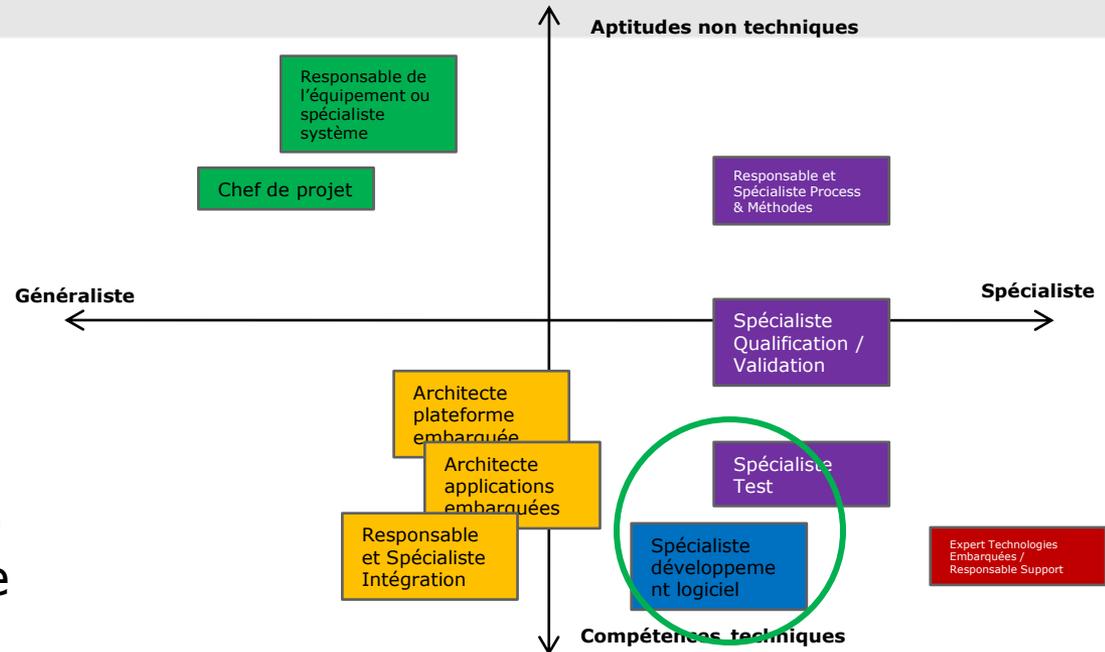
- Forte spécialisation technique des universitaires permettant des évolutions rapides vers des expertises poussées et des métiers de l'architecture et de l'intégration
- Des compétences insuffisamment développées dans le management de projet, la connaissance sectorielle, l'ingénierie financière et les langues qui limitent les évolutions vers les profils de management (nécessaire formation complémentaire)



# Adéquation entre les besoins et les compétences acquises par les formations techniques

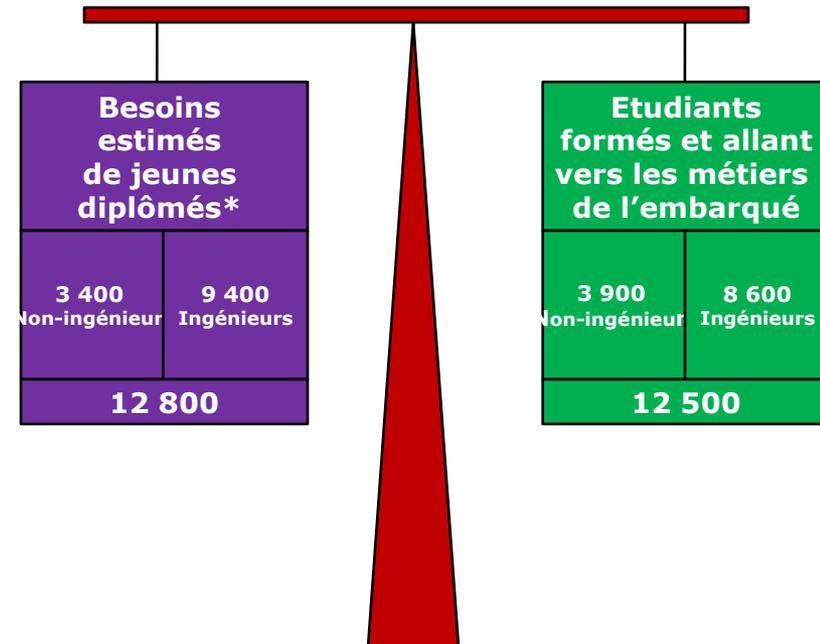
- Des formations très adaptées pour les métiers du test et développement logiciel
- Mais des évolutions de postes vers d'autres métiers nécessitant une grande expérience ou une formation complémentaire

=> Des formations peu valorisées par les entreprises qui cherchent à disposer à moyen terme de personnes très qualifiées



# Recrutement de jeunes diplômés : besoins en nombre et profil

- Une adéquation « globale » au niveau quantitatif entre les besoins et le nombre d'étudiants formés
- Pour autant, des tensions sur les recrutements de spécialiste test et développement logiciel tant la demande est importante (70 % des besoins de recrutement en jeunes diplômés)...
- ...Et des risques de tension sur les profils ingénieurs
  - Des cursus universitaires plus techniques et répondant moins aux attentes des entreprises que les cursus ingénieurs (management de projet, gestion de projets complexes à l'international)
  - Image du secteur floue et souvent infondée
- Parmi les jeunes diplômés recrutés, 20 % auront reçu une formation dédiée informatique embarquée, 70 % une "coloration" et 10 % pas d'enseignement spécifique



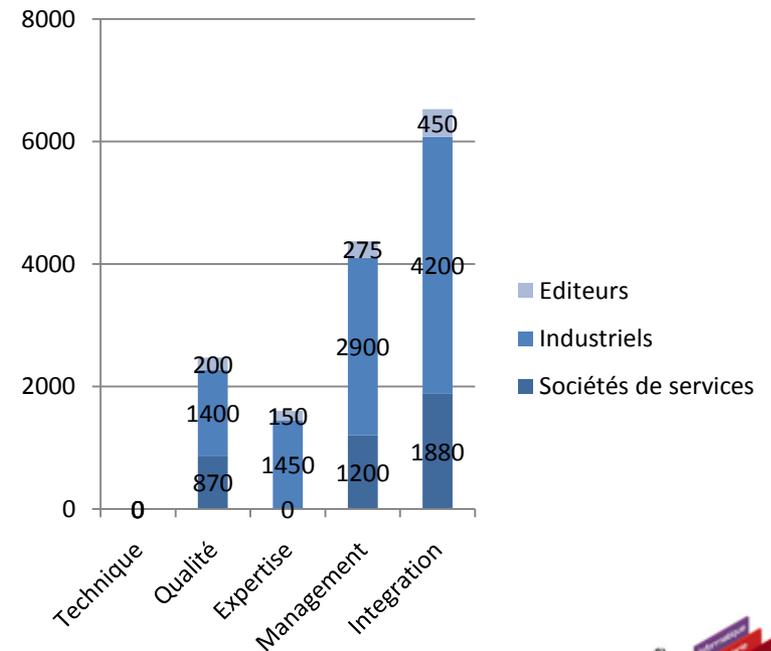
\* : hypothèse de maintien de la proportion d'ingénieurs recrutés à 5 ans

# Mobilité : besoins en nombre et en profils

- Mobilité interne de 15 000 salariés à 5 ans
  - ✓ Fort flux venant du développement logiciel et du test vers d'autres fonctions
  - ✓ Près de 4 000 personnes provenant d'autres secteurs d'activité que l'embarqué
  - ✓ Mobilité vers la qualité, le management et les profils d'architecture/intégration pour les sociétés de services
  
- Environ 49 000 personnes nécessitent une mise à niveau de leurs compétences

## Répartition de la mobilité interne entrant par profils

Source : KATALYSE



# Synthèse adéquation besoins et offre de formation

- Un décalage entre les potentialités de développement qu'offre le secteur de l'embarqué (création de richesse, création d'emplois) et son image
  - => Une mobilisation nationale nécessaire des partenaires et auprès des pouvoirs publics pour assurer la valorisation de ce secteur
- Des formations initiales qui se sont développées mais qui ne répondent que partiellement aux besoins à venir
  - ✓ Une offre dédiée récente (moins de 5 ans) et qui fournira à 5 ans 20 % des jeunes diplômés entrant dans la filière informatique embarquée → nécessité de développer l'offre, en particulier dans les cursus ingénieur
  - ✓ Une nécessaire adaptation des formations universitaires pour mieux répondre aux attentes en termes de compétences (notion de projet, capacités linguistiques)
    - Adaptabilité des salariés (pour s'adapter aux évolutions technologiques)
    - Capacité à gérer des projets complexes
    - Capacités managériales
- Une offre de formation insuffisamment structurée, qui manque de visibilité
- La nécessité d'une montée en compétence reconnue des salariés pour favoriser leur mobilité entre secteur d'activités

# Recommandations générales

- Faire connaître l'offre de formations existante pour les métiers de l'embarqué (formations initiales et continues)
  - ✓ Créer un annuaire des formations aux métiers de l'embarqué
  - ✓ Communiquer sur l'offre de formation (page dédiée au sein du site Internet)
  
- Se donner les moyens à l'échelle nationale de faire évoluer l'offre de formation avec l'évolution des besoins
  - ✓ Créer au sein de l'association Pascaline un collège spécifique « systèmes embarqués » (et intégrer au sein de l'association les établissements proposant les formations dédiées) = réseau national de veille et de réflexion
  - ✓ Favoriser les nouveaux modes d'apprentissage permettant d'accroître l'autonomie des diplômés et leur capacité à évoluer vers les postes de management

# Recommandations – Renforcer l'offre de formation initiale

- Sensibiliser les étudiants à la problématique embarquée pour les inciter à suivre les modules de formation proposés
  - ✓ Généraliser des modules simples d'initiation avec présentation d'expériences par un professionnel
- Sensibiliser les étudiants (ingénieurs et universitaires) sur les problématiques embarquées par des mises en situation
  - ✓ Proposer une catégorie « établissements de formation » aux trophées de l'embarqué récompensant un projet porté par des étudiants sur 4-5 mois (accompagnés par un formateur et un chef d'entreprise)
- Informer régulièrement les établissements de formation sur les besoins du secteur
  - ✓ Favoriser l'intégration de formations managériales / gestion de projet dans les formations universitaires

# Recommandations – Structuration d'une offre de formation continue (1/2)

- Valider auprès des entreprises les besoins de formation continue pour structurer l'offre
  - ✓ Analyser les besoins en compétences des entreprises (en particulier sur les secteurs électronique et logiciel)
  - ✓ Proposer une offre de formation adaptée (parmi l'offre FAFIEC existante ou développement / création d'une offre spécifique)
    - Proposition de thèmes de formation issue de l'analyse : Qualité, Normes (ISO, DoD, IEEE), Exigences et configuration des projets, Gestion du risque et de l'ingénierie financière, Gestion de la connaissance et de l'expérience

Remarque : cette démarche pourrait être initiée sur un territoire pilote avant d'être généralisée

- Assurer la reconnaissance des compétences acquises par les salariés du secteur
  - ✓ Assurer la reconnaissance de ces métiers et des compétences acquises par les salariés par la création de CQP sur quatre métiers spécifique embarqué
    - Spécialiste Tests,
    - Spécialiste Qualification/ validation,
    - Spécialiste Process/ Méthodes/ Outils/Certification,
    - Architecte de systèmes embarqués,
  - ✓ Proposer des programmes certifiants pour l'acquisition des compétences nécessaires sur ces métiers

# Recommandations – Structuration d'une offre de formation continue (2/2)

- Créer un Mastère spécialisé « systèmes embarqués »
  - ✓ Objectifs de ce Mastère :
    - Permettre une montée en compétence des chefs de projet /spécialistes système
    - Assurer une reconnaissance des compétences par un diplôme reconnu internationalement
    - Favoriser la possibilité pour les cadres expérimentés de l'industrie d'évoluer vers les sociétés de conseil et service
  - ✓ Quelques éléments de mise en œuvre
    - Mastère bilingue français / anglais
    - Formation en alternance sur 12 à 18 mois environ
    - Programme orienté chef de projet / systémier
    - Module « conseil en systèmes embarqués »



# Annexes

# Besoins de compétences par métier (1/3)

## IDENTIFICATION DES PRINCIPALES COMPETENCES

Source : KATALYSE entretiens

<b>Approche système</b>	Ingénierie Système, Architecture système, Modélisation, pluridisciplinarité
<b>Management de projet</b>	Pilotage du projet, management du client, gestion technique et de l'innovation, gestion des équipes
<b>Outils de développement</b>	Simulation, compilation, virtualisation, modélisation, sécurité, système de gestion de bases de données
<b>Socle de connaissances logiciel</b>	Système d'exploitation, application embarquée métier, Application embarquée mobile
<b>Socle de connaissances matériel</b>	Architecture matériel
<b>Connaissance sectorielle</b>	Norme, certification...
<b>Dimension industrielle</b>	Performance, qualité, risque, fiabilité
<b>Socle économique</b>	Ingénierie financière
<b>Langues</b>	Anglais, Allemand

# Besoins de compétences par métier (2/3)

Métiers	Spécialiste Développement Logiciel	Spécialiste Test	Spécialiste Qualification / Validation	Responsable et Spécialiste Process & Méthodes	Expert Technologies Embarquées / Responsable Support
<b>Compétences techniques</b>					
Outils de développement	importante	importante	significative	faible	importante
Socle de connaissances logiciel	importante	faible	significative	faible	importante
Socle de connaissances matériel	significative	importante	faible	faible	importante
<b>Compétences industrielles</b>					
Approche système	faible	faible	significative	significative	faible
Connaissance sectorielle	significative	importante	importante	importante	importante
Dimension industrielle	significative	significative	importante	importante	faible
<b>Autres compétences</b>					
Management de projet	significative	significative	significative	significative	faible
Socle économique	faible	faible	faible	faible	faible
Langues	significative	significative	significative	importante	importante

**Légende :**

- importante
- significative
- faible

# Besoins de compétences par métier (3/3)

Métiers	Chef de projet	Responsable de l'équipement ou spécialiste système	Architecte plateforme embarquée	Architecte applications embarquées	Responsable et Spécialiste Intégration
<b>Compétences techniques</b>					
Outils de développement					importante
Socle de connaissances logiciel	importante		importante	importante	importante
Socle de connaissances matériel	importante		importante	importante	importante
<b>Compétences industrielles</b>					
Approche système	importante	importante	importante	importante	importante
Connaissance sectorielle	importante		importante	importante	
Dimension industrielle	importante	importante	importante	importante	importante
<b>Autres compétences</b>					
Management de projet	importante	importante	importante	importante	importante
Socle économique	importante	importante	importante	importante	importante
Langues	importante	importante	importante	importante	importante

**Légende :**

<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #006400; border: 1px solid black;"></span>	importante
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span>	significative
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FFFFFF; border: 1px solid black;"></span>	faible

- Peu de différences entre les métiers du conseil et de l'industrie, pour autant des connaissances sectorielles plus approfondies pour les métiers en industrie
  - ✓ Spécialisation forte par secteur d'activités (aéronautique, ferroviaire, automobile...)
  - ✓ Faible valorisation de la connaissance sectorielle si changement de secteur
  
- Les métiers de la technique
  - ✓ Evolution dans le poste :
    - Amélioration de la technicité face à l'évolution du secteur
    - Mise à jour des connaissances au minimum tous les 5 ans car évolution des technologies très rapides
  - ✓ Changement de poste :
    - **Expert** : par l'expérience et connaissance intime des différentes méthodes et technologies nécessaires à la production et à l'exploitation des logiciels
      - Connaissances tant logiciels que matériels : calculateurs, systèmes, logiciels, langages...
      - Connaissances de méthodes industrielles et mise en lien avec les exigences spécifiques (sûreté, performance, qualité)
    - **Intégration** : conception et modélisation des produits
      - Connaissances techniques d'un équipement : spécification du logiciel
      - Spécifications de besoins, l'architecture logiciel ou matériel
      - Vision systémique pour la conception préliminaire
    - **Qualité** : socle de connaissances industrielles particulièrement les normes
    - **Management** : compétence en communication et gestion de projet surtout

### ■ Les métiers de l'expertise :

- ✓ Évolution dans le poste :
  - Renforcement des connaissances scientifiques et élargissement de celles-ci à différents domaines connexes
  - Professionnalisation par bloc du cycle de vie
  - Notion de système complexe
- ✓ Changement de poste :
  - **Intégration** : conceptualisation et architecture
    - Processus d'ingénierie : Analyse fonctionnelle, définition des exigences, intégration du design
  - **Qualité** :
    - Notion d'industrialisation : mesure de la performance, norme et certification, audit

### ■ Les métiers de l'intégration :

- ✓ Evolution dans le poste :
  - Processus d'ingénierie system : (analyse de faisabilité du système, Exigences du design du système)
  - Mise à jour technique et des méthodes de design d'un produit
- ✓ Changement de poste :
  - **Qualité** :
    - Notion d'industrialisation : mesure de la performance, norme et certification, audit
  - **Management** : compétences en communication et gestion de projet
    - Management de RH
    - Coût et délais

## ■ Les métiers de management :

### ✓ Evolution dans le poste :

- Managements d'employés extérieurs – prise en compte de la notion d'entreprise étendue dans les projet
- Gestion d'experts de haut niveau
- Gestion de projet système (SEMP, planification, plan de risque...)
- Socle de connaissances commerciales et en matière de gestion financière

## ■ Les métiers de l'intégration :

### ✓ Evolution dans le poste :

- Processus d'ingénierie system : analyse de faisabilité du système, Exigences du design du système
- Mise à jour technique et des méthodes de design d'un produit

### ✓ Changement de poste :

#### → **Qualité :**

- Notion d'industrialisation : mesure de la performance, norme et certification, audit
- Méthodologie CMMi, ISO et plus spécialisé DO 178 pour aéronautique

#### → **Management :** compétences en communication et gestion de projet

- Management de RH
- Coût et délais

# Compétences acquises par la formation dédiée

Formation	Technicien	Universitaire	Ingénieur
<b>Compétences techniques</b>			
Outils de développement			
Socle de connaissances logiciel			
Socle de connaissances matériel			
<b>Compétences industrielles</b>			
Approche système			
Connaissance sectorielle			
Dimension industrielle			
<b>Autres compétences</b>			
Management de projet			
Socle économique			
Langues			

**Légende :**

	importante
	significative
	faible

# Compétences acquises par la formation généraliste

Formation	Formation généraliste informatique logiciel et automatisme	Autres formations
<b>Compétences techniques</b>		
Outils de développement		
Socle de connaissances logiciel	■	
Socle de connaissances matériel	■	■
<b>Compétences industrielles</b>		
Approche système		
Connaissance sectorielle		
Dimension industrielle	■	
<b>Autres compétences</b>		
Management de projet	■	■
Socle économique	■	■
Langues	■	■

**Légende :**

■	importante
■	significative
□	faible

# Matrice métiers / niveau d'expérience

Métiers	Qualité		Expertise	Management		Architecture/Intégration				
	Technique									
Famille de métiers	Spécialiste Développement Logiciel	Spécialiste Test	Spécialiste Qualification / Validation	Responsable et Spécialiste Process & Méthodes	Expert Technologies Embarquées / Responsable Support	Chef de projet	Responsable de l'équipement ou spécialiste système	Architecte plateforme embarquée	Architecte applications embarquées	Responsable et Spécialiste Intégration
Débutant										
< 4 - 5 ans										
> 4 - 5 ans										

# Adéquation entre les besoins et les compétences acquises par les formations ingénieur

Métiers	Spécialiste Développement Logiciel	Expert Technologies Embarquées / Responsable Support	Ingénieur dédié	Formation généraliste informatique logiciel et automatisme
<b>Compétences techniques</b>				
Outils de développement	importante	importante	significative	faible
Socle de connaissances logiciel	importante	importante	importante	significative
Socle de connaissances matériel	significative	importante	significative	significative
<b>Compétences industrielles</b>				
Approche système	faible	faible	significative	faible
Connaissance sectorielle	significative	importante	significative	faible
Dimension industrielle	significative	faible	significative	significative
<b>Autres compétences</b>				
Management de projet	significative	faible	significative	significative
Socle économique	faible	faible	significative	faible
Langues	significative	importante	significative	significative

**Légende :**

- importante
- significative
- faible

# Adéquation entre les besoins et les compétences acquises par les formations universitaires

Métiers	Spécialiste Développement Logiciel	Expert Technologies Embarquées / Responsable Support	Universitaire
<b>Compétences techniques</b>			
Outils de développement	importante	importante	importante
Socle de connaissances logiciel	importante	importante	importante
Socle de connaissances matériel	significative	importante	faible
<b>Compétences industrielles</b>			
Approche système	faible	faible	faible
Connaissance sectorielle	significative	importante	faible
Dimension industrielle	significative	faible	significative
<b>Autres compétences</b>			
Management de projet	significative	faible	faible
Socle économique	faible	faible	faible
Langues	significative	importante	faible

**Légende :**

- importante
- significative
- faible



Merci de votre attention...

