



O.P.I.I.E.C.

**ÉTUDE SUR L'OFFRE DE FORMATION
MÉTIER DE L'INFORMATIQUE EMBARQUÉE**

*Rapport phase 1
Présentation du 31/03/09*

30/03/2009

KATALYSE : Cécile COLLOT – Hervé DISSAUX – Alexandre BLOT

MERLANE : Jean-Michel MATHIEU

- ▶ **Ce document constitue le support d'une présentation orale. Privé des commentaires l'accompagnant, il peut donner lieu à des interprétations erronées.**



Sommaire

INTRODUCTION	p. 4
1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ LOGICIEL EMBARQUÉ	p.8
2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS	p.27
3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN COMPÉTENCES ET L'OFFRE DE FORMATION	p.45
ANNEXES	p.50

INTRODUCTION

**1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ
LOGICIEL EMBARQUÉ**

2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS

**3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN COMPÉTENCES ET
L'OFFRE DE FORMATION**

ANNEXES

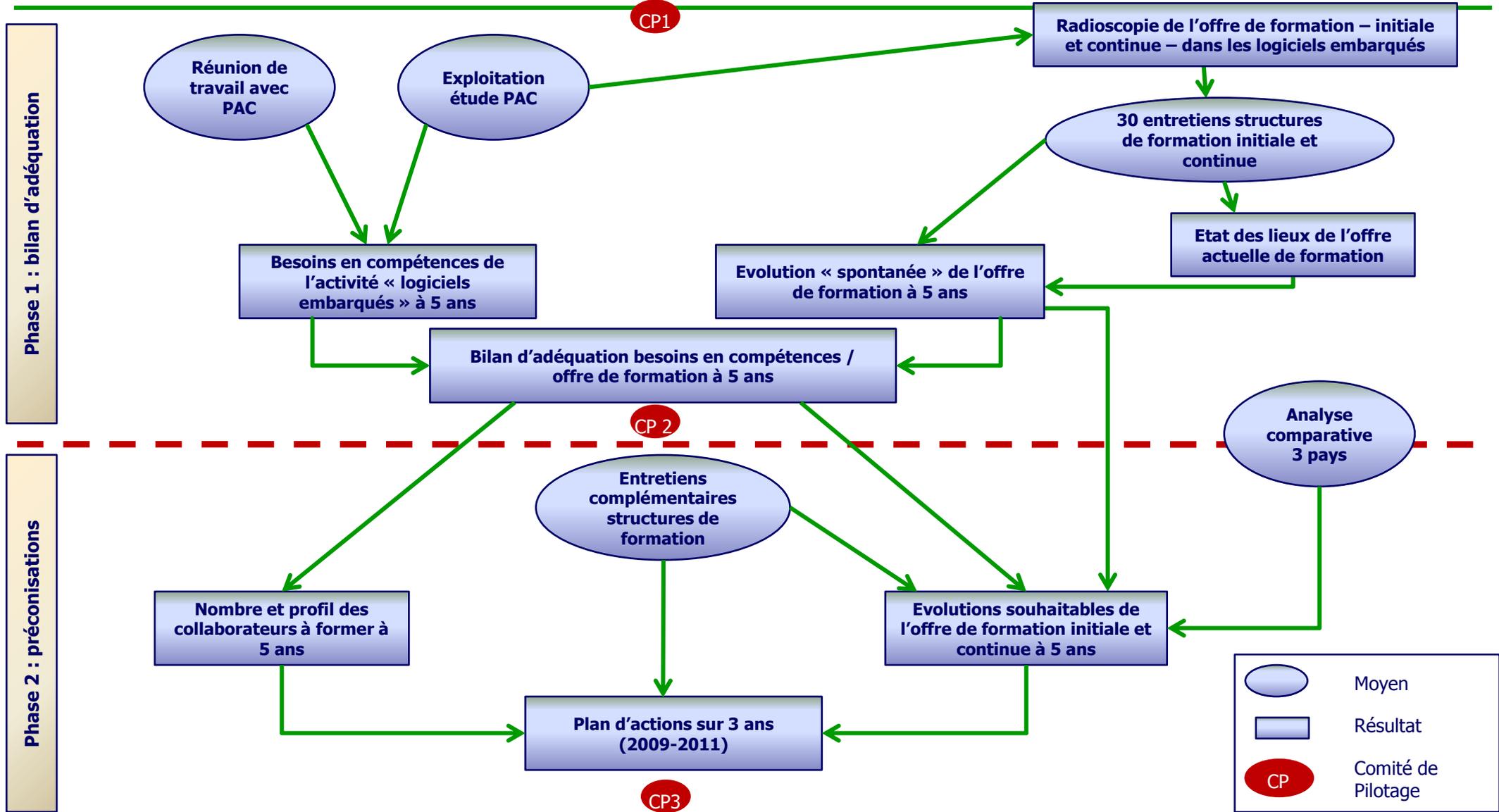
► **Rappel du contexte et des objectifs de la mission**

- **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 1

Objectifs de l'intervention de KATALYSE

- ▶ Par exploitation de l'étude PAC, évaluer les **besoins en compétences** de l'activité « logiciels embarqués » à un horizon de 10 ans en France
- ▶ Etablir la **radioscopie de l'offre de formation** – initiale et continue – dans les métiers des logiciels embarqués en France
- ▶ Dresser **l'état des lieux de l'offre actuelle** de formation dans les métiers des logiciels embarqués en France
- ▶ Construire le scénario « au fil de l'eau » de **l'évolution « spontanée »** (c'est-à-dire sans la mise en œuvre de la politique et des actions définies par l'OPIIEC dans le cadre de la présente démarche) à **5 ans de l'offre de formation** – initiale et continue – dans les métiers des logiciels embarqués en France
- ▶ Dresser le **bilan d'adéquation** entre les besoins en compétences et l'offre de formation (selon son évolution « spontanée ») à un horizon de 5 ans dans les métiers de l'informatique embarquée

Moyens mis en œuvre par KATALYSE

- ▶ Organisation d'une **réunion du Comité de Pilotage** afin de lancer l'intervention
- ▶ **Exploitation des résultats de l'étude PAC**
- ▶ Organisation d'une **réunion de travail (1/2 journée)** avec l'équipe PAC en charge de l'étude portant sur les besoins afin de s'approprier et de correctement interpréter les résultats de cette étude
- ▶ **Recherche documentaire** (via internet et les documents de présentation recueillis) sur les structures de formation identifiées par PAC et sur d'autres structures repérées dans le cadre de la mission
- ▶ **Réalisation de 30 entretiens approfondis en face-à-face** avec les responsables des structures de formation identifiées dans le cadre de la radioscopie
- ▶ **Lancement 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 1 et d'orienter le déroulement de la phase 2**

INTRODUCTION



1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ LOGICIEL EMBARQUÉ

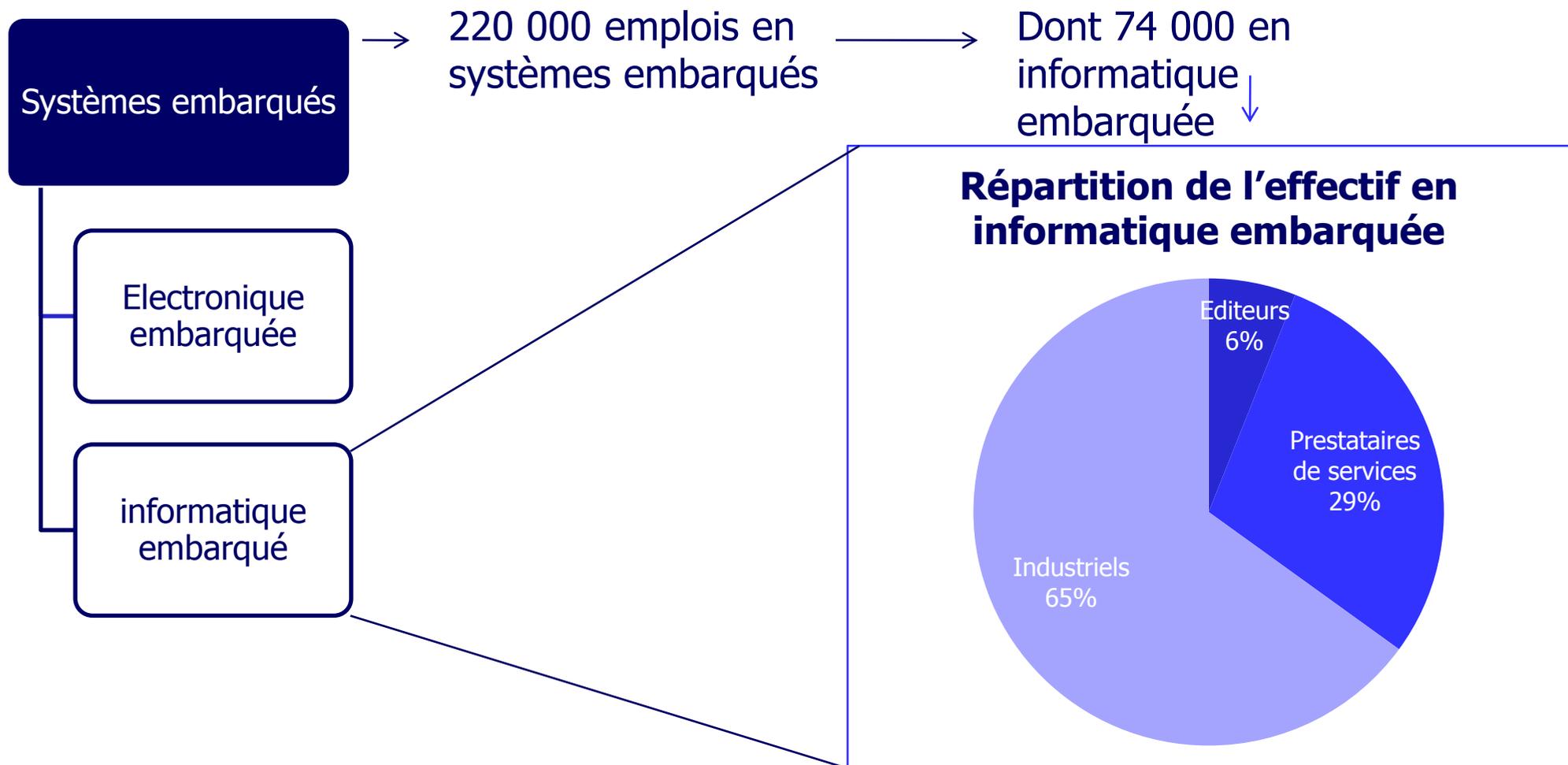
2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS

3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN COMPÉTENCES ET L'OFFRE DE FORMATION

ANNEXES

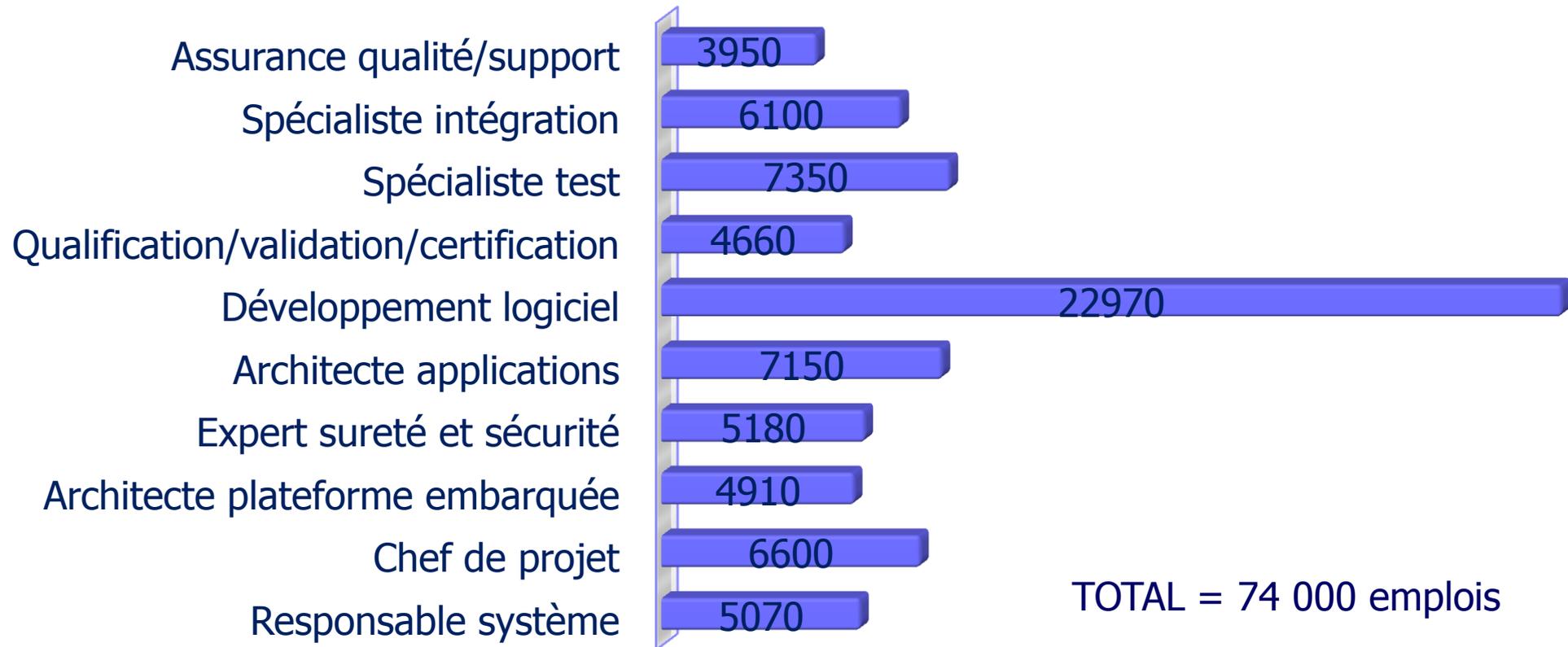
SITUATION ET REPARTITION DE L'EMPLOI DANS LES SYSTÈMES EMBARQUÉS EN 2007

Source: PAC



SITUATION DE L'EMPLOI PAR MÉTIER EN INFORMATIQUE EMBARQUÉE EN 2007

source : PAC



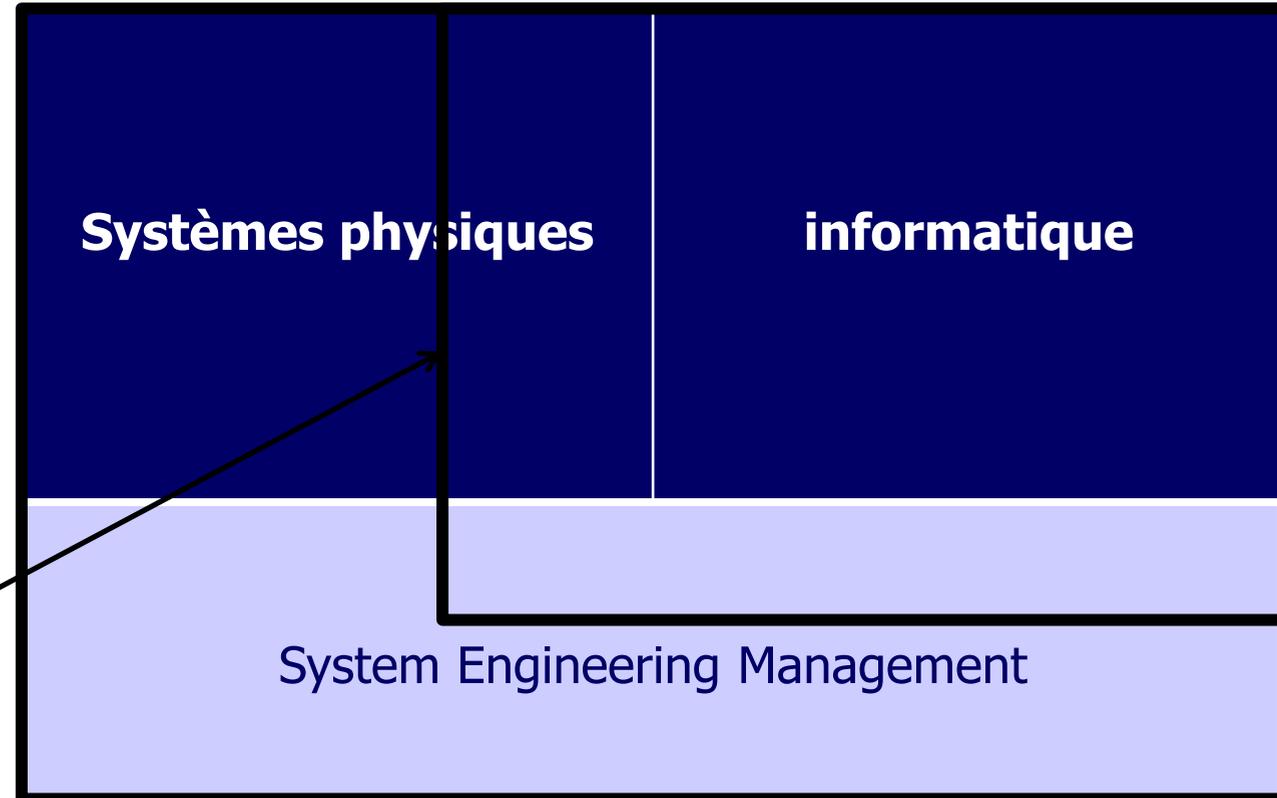
⇒ Les 10 métiers « clés » identifiés par PAC

► Une filière au croisement de génies d'ingénierie et de l'informatique

→ Bagage scientifique et technique important dans différents domaines (logiciel, informatique, électronique...)

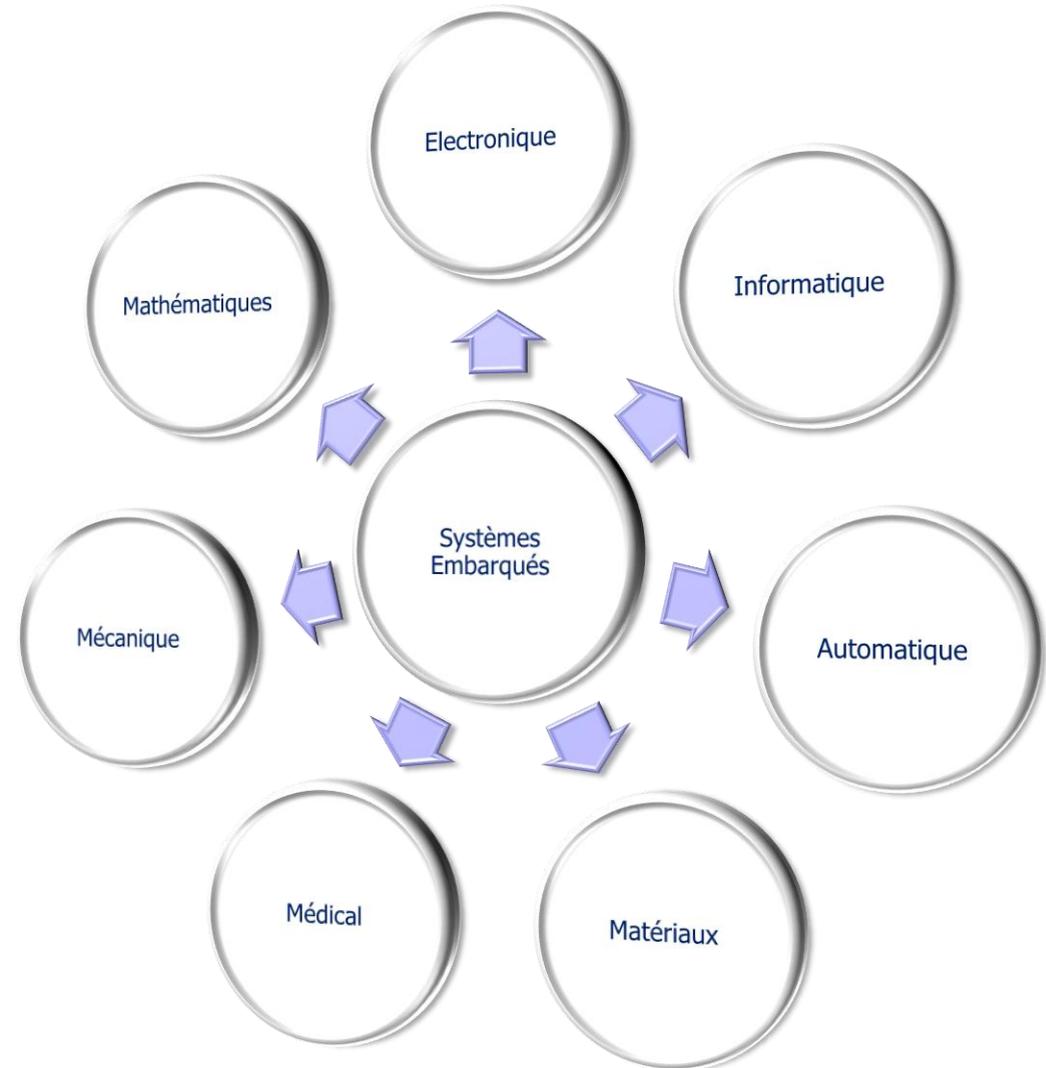
Compétences Informatique embarquée

- Programmation couche basse et applicatives
- Transversalité
- Sûreté
- ...



► Des métiers jonctions entre diverses technologies

- Dialogue permanent avec des spécialistes d'autres domaines
- Transversalité des savoir-faire et adaptabilité des compétences



▶ Les besoins en compétences dans les systèmes embarqués (3/3)

- ▶ Des contraintes et donc des compétences attendues différentes selon le client final (avec des réglementations et normalisations spécifiques)

Secteurs	Aéronautique, défense et espace	Automobile	Télécoms	Electronique grand public	Energie	Médical
Contraintes						
Limitation spatiale			importante	importante	faible	significative
Limitation énergétique			importante	importante	faible	significative
contrainte temps réel	importante	importante	faible	faible	significative	importante
sûreté	importante	importante	faible	faible	importante	importante
Puissance de calcul et mémoire	faible	significative	significative	significative	faible	importante
Interface Homme-Machine/Ergonomie	significative	significative	importante	importante	faible	significative

Légende :

■ (vert foncé)	importante
■ (vert clair)	significative
■ (gris)	faible

► Analyse des profils recherchés

- **Un profil "type" pour les différents métiers de l'embarqué : recherche de personnes de niveau bac+5 généralistes avec une expérience dans l'embarqué et un domaine d'activité (ou une technologie)**
 - Quels que soient les métiers, le **niveau requis à l'entrée** est bac+5 (l'équivalence école d'ingénieur ou université est la règle)
 - **L'expérience** est le facteur différenciateur
 - ✓ Minimum fréquemment requis de 2 années (3 ans le plus souvent)
 - ✓ Pour les postes incluant des relations clients, du management de projet ou une maîtrise technique particulière, le minimum est de 3 ans d'exercice du poste
 - ✓ L'expérience requise porte essentiellement sur le domaine d'activité de l'entreprise (ferroviaire, aéronautique, spatial) et la connaissance des normes, standards, du domaine
 - La demande d'une **formation initiale en logiciel ou système embarqué** n'apparaît **pas systématiquement**. Par contre, la demande d'une **expérience** dans l'embarqué (logiciel ou système) et la connaissance du secteur d'activité sont quasi-systématiques
 - Les compétences techniques apparaissant les plus fréquemment sont les suivantes :
 - ✓ C, C++, Java, J2EE
 - ✓ OS linux, Unix, temps réels
 - ✓ Normes : EN50155, 50128, SIL02 , SIL04, et surtout, DO178B.

► Déclinaison de ces besoins par métier (10 métiers identifiés par PAC) - 1/3

	Niveau de formation		Niveau d'expérience			Niveau de spécificité des compétences techniques			Autres compétences souhaitées			Spécificité métier / secteur embarqué
	Bac + 5	Bac + 2	Débutant	< 4-5 ans	> 4-5 ans	Précis	Moyen	Généraliste	Management	Qualité	Anglais	
Responsable de l'équipement ou spécialiste système	X			X			X					Normes secteur
Chef de projet	X				X			X	X	X	X	Normes secteur
Architecte plate-forme embarquées	X			X		X					X	
Expert technologies embarquées/ Responsable support	X	X			X			X		X		

► Déclinaison de ces besoins par métier (10 métiers identifiés par PAC) - 2/3

	Niveau de formation		Niveau d'expérience			Niveau de spécificité des compétences techniques			Autres compétences souhaitées			Spécificité métier / secteur embarqué
	Bac + 5	Bac + 2	Débutant	< 4-5 ans	> 4-5 ans	Précis	Moyen	Généraliste	Management	Qualité	Anglais	
Architecte applications embarquées	X			X		X					X	Normes secteur
Spécialiste développement logiciel	X		X			X					X	Normes secteur
		X		X		X					X	Normes secteur
Spécialiste qualification/validation	X			X		X					X	Normes secteur
Spécialiste Test	X		X			X				X	X	
		X		X		X				X	X	

► Déclinaison de ces besoins par métier (10 métiers identifiés par PAC) - 3/3

	Niveau de formation		Niveau d'expérience			Niveau de spécificité des compétences techniques			Autres compétences souhaitées			Spécificité métier / secteur embarqué
	Bac + 5	Bac + 2	Débutant	< 4-5 ans	> 4-5 ans	Précis	Moyen	Généraliste	Management	Qualité	Anglais	
Responsable et spécialiste intégration	X			X		X						X
Responsable et spécialiste process et méthodes/assurance qualité/certification	X			X				X	X	X	X	Normes

Principales évolutions du secteur et impacts en matière de besoins de compétence 1/3

Vers des profils techniques
« spécialistes »

Vers des profils « généralistes »
et évolutifs

Complexification des systèmes embarqués,
accroissement des capacités de calculs
→ Accroissement du niveau d'expertise

Industrialisation et standardisation croissante
de la filière
→ Spécialisation sur les métiers « techniques »

Evolution rapide de la filière
→ Remise en cause des connaissances toutes les
deux générations technologiques (10 ans) : des
compétences techniques qui évoluent

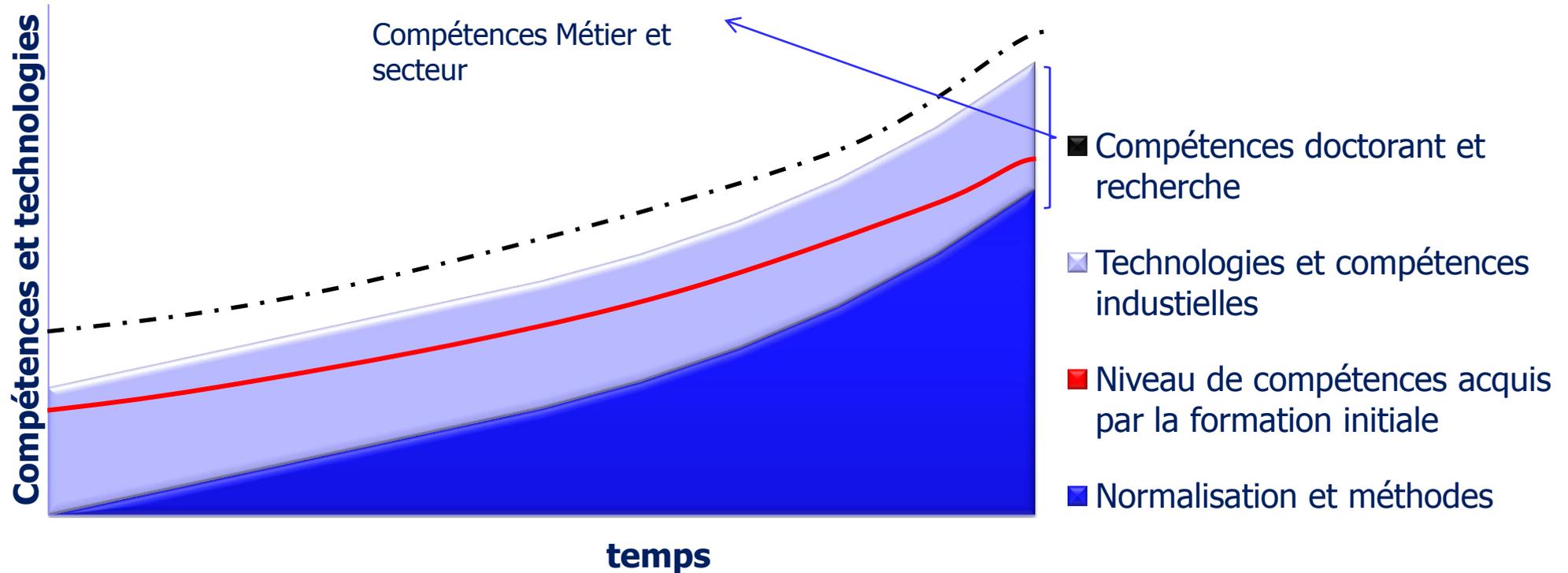
Intégration de nouvelles problématiques (design,
ergonomie, interface homme – machine,...)
→ Capacité d'adaptation importante

Complexification des systèmes embarqués
→ Capacité de gestion de projets

10-15% des profils
recherchés

85-90% des profils
recherchés

Accroissement de la compétence et des technologies



- De plus en plus de technologies et de projets complexes
- Plus de normalisation et méthodes pour palier à cette complexification
- Des formations initiales qui se focalisent sur les aspects communs aux secteurs
- Moins de délais pour l'adoption de technologies

► Développement des normalisations et réglementations

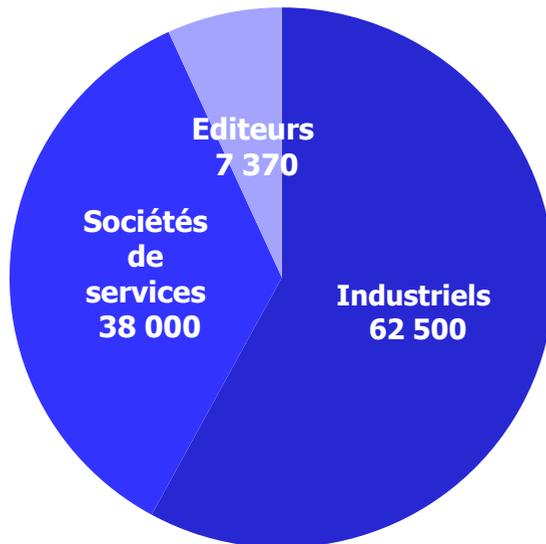
► Une problématique de maîtrise de coût, chez les industriels

- Volonté d'internaliser une partie de la création du logiciel embarqué
- Augmentation du nombre de lignes de codes : de quelques milliers et à des centaines de milliers de lignes de codes
- Prise en compte de l'importance d'un bon développement pour diminuer les dérives de coûts par la suite : le bug générant des retours à large échelle
 - Approche et nouvelles méthodes autour du design des systèmes accrue
- Développement de concepts autour du cycle de vie du produit
- Evolution des exigences pour une meilleure maintenabilité et une évolution rapide du produit
 - Demande forte autour de la gestion de projets complexes

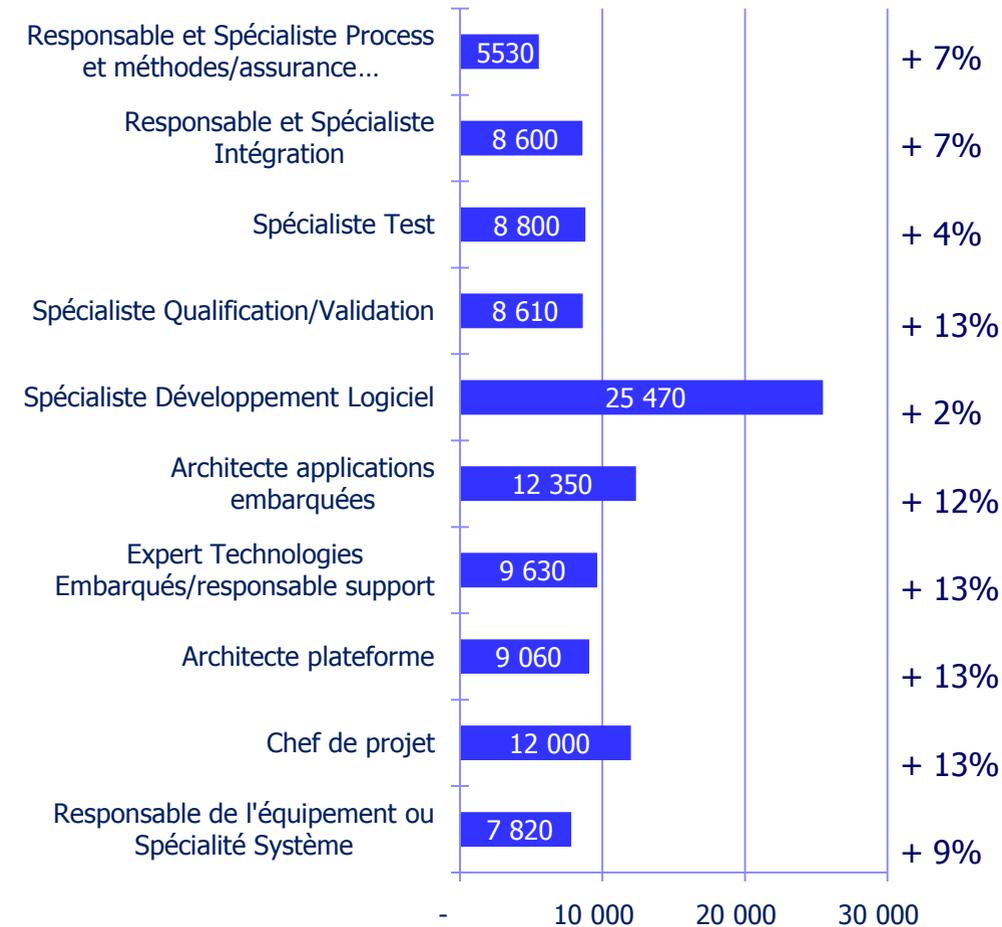
► Rappel étude PAC :

- taux de croissance estimé du secteur des logiciels embarqués à 5 ans de 8%/an
- 107 870 emplois dans les logiciels embarqués en 2012 soit un accroissement total net de +33 930 ETP

Répartition par type d'entreprise (source : PAC)



Répartition de l'état de 2012 par métier (source : PAC)

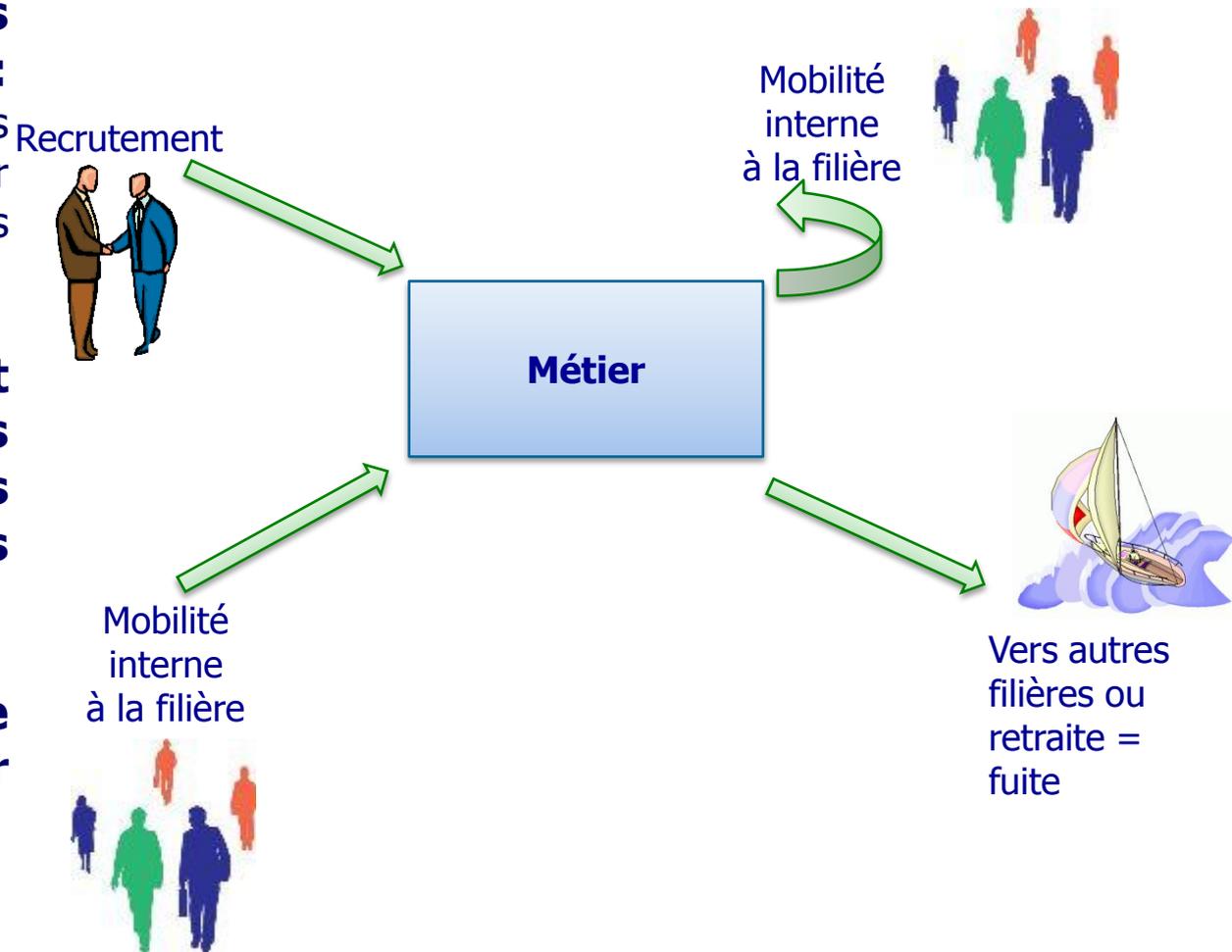


► Méthodologie d'estimation des volumes de recrutement de PAC :

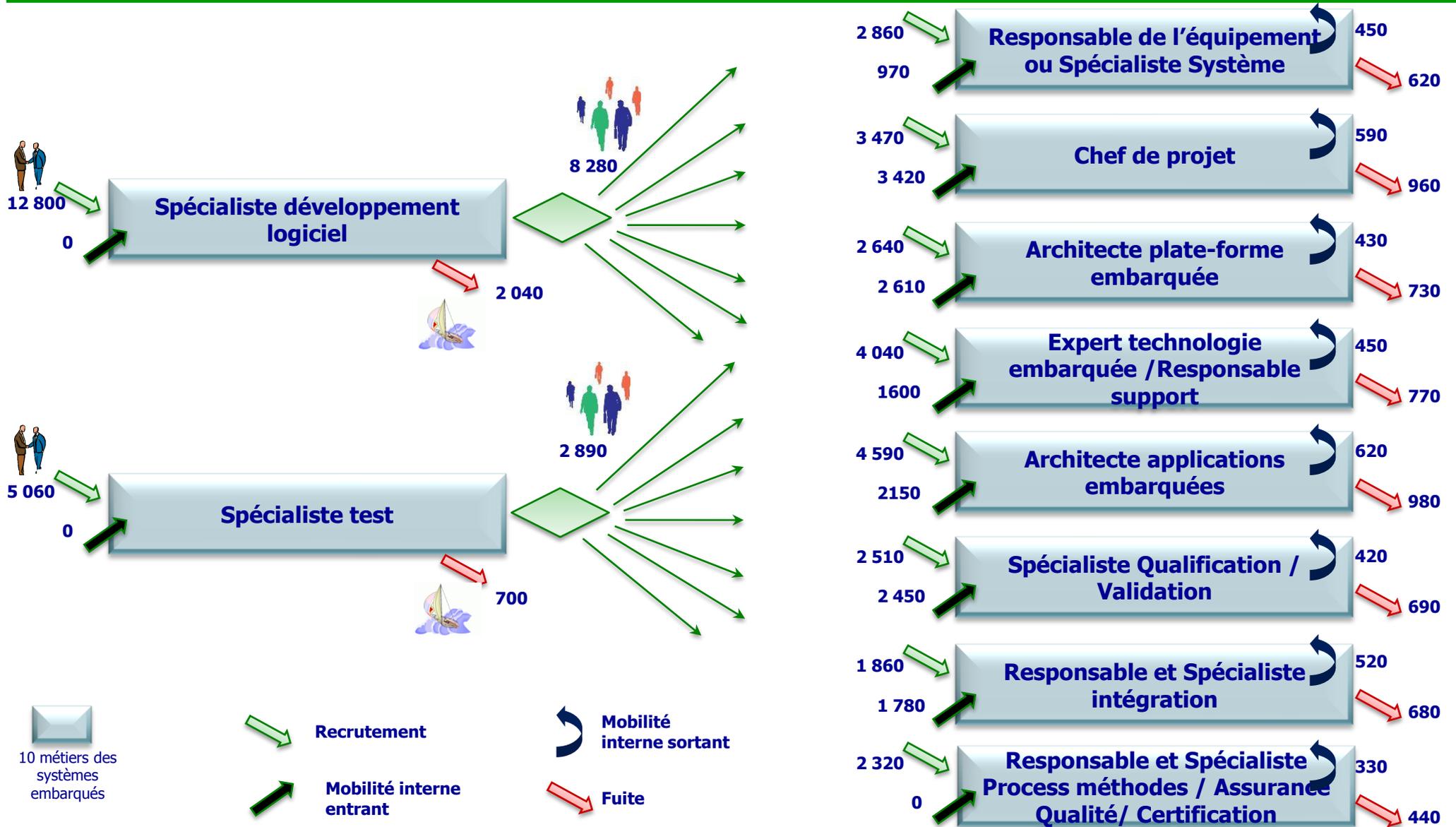
- Selon les métiers : 100% des besoins passent par le recrutement ou 50% par le recrutement et 50% par des mobilités internes

► Estimation de KATALYSE prenant en compte une fuite des employés vers d'autres filières ou vers la retraite : 8% des effectifs en moyenne en 5 ans

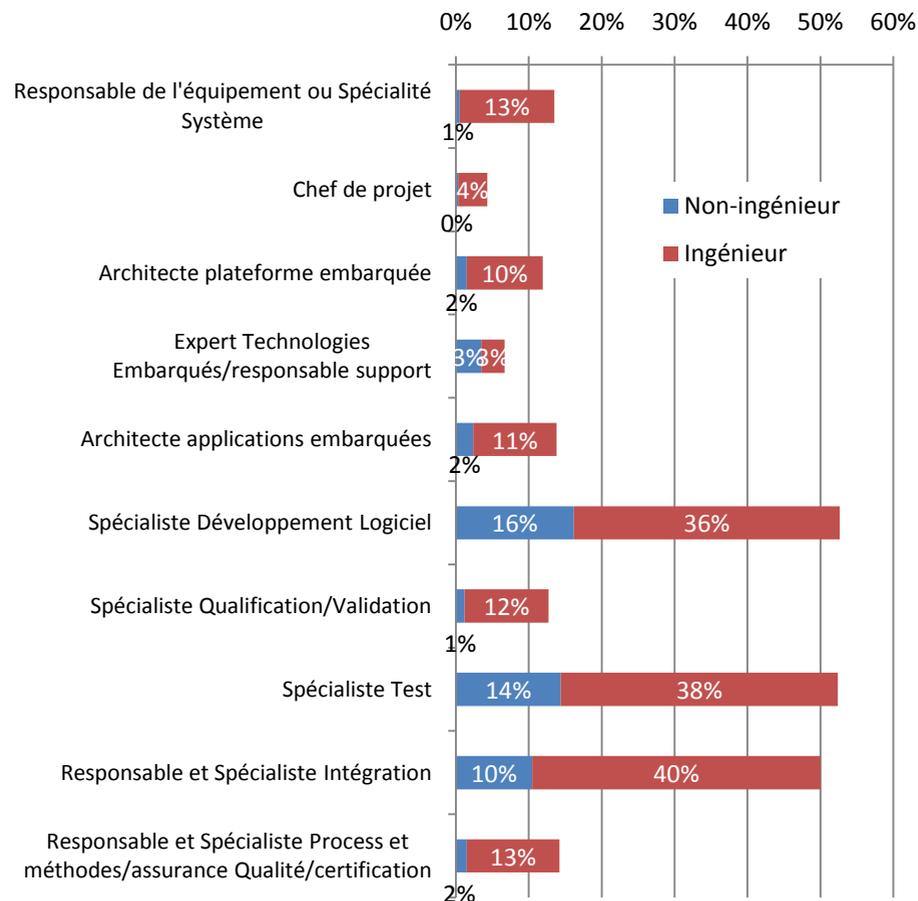
► Développement d'un modèle prenant en compte les flux pour chacun des métiers



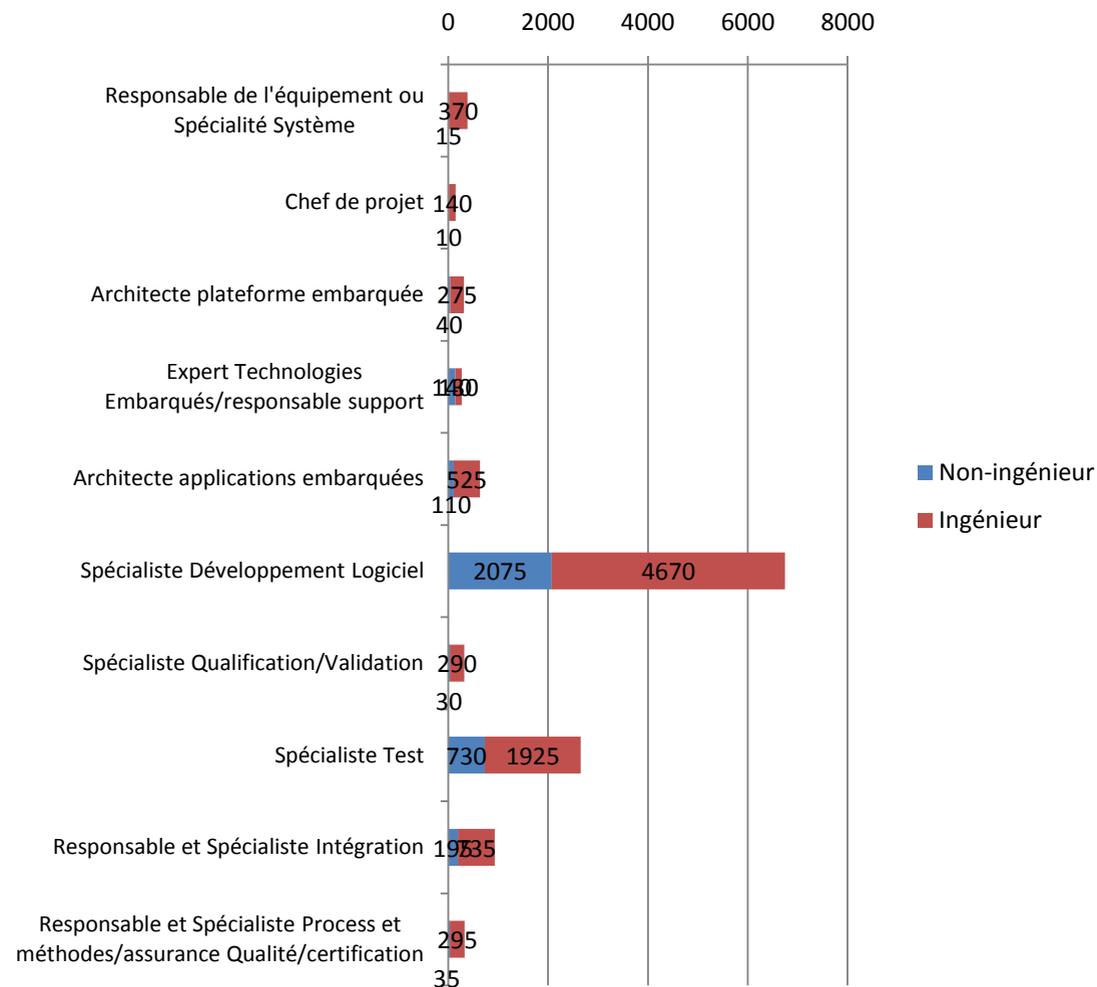
Analyse quantitative des besoins – 2/2



Pourcentage de jeunes diplômés par métier lors du recrutement



Nombre de jeunes diplômés recrutés



Besoin de recrutement de
12 750 jeunes diplômés
dans le secteur des
logiciels embarqués en 5
ans :

Mobilité interne entrant de
personnel de 15 000 ETP :

Particulièrement comme
spécialiste
Développement Logiciel
(6 750 ETP)
et Spécialiste Test (2 650
ETP)

Fort flux venant du
développement de logiciel
et du test : porte d'entrée
de la filière (11 200 ETP)

Venant d'autres métiers :
3 800 ETP



Synthèse des enjeux et difficultés dans les années à venir

- 1. Des besoins de recrutement très importants dans une filière qui peine dès aujourd'hui à recruter**
 - recrutement d'ingénieurs généralistes formés « sur le tas » et tensions croissantes sur le recrutement

- 2. Problème d'image spécifique de la filière**
 - Déficit d'image : secteur peu connu
 - ✓ Problématique du lien Ecole-Entreprise
 - Voire image spontanée peu valorisante → manque de reconnaissance au sein de la communauté étudiante
 - ✓ Secteur souvent traité comme une branche de l'informatique et non pas comme un secteur en tant que tel

- 3. Difficultés de recrutement de compétences stratégiques clés :**
 - Des experts, dans les domaines technologiques ou sectoriels variés (doctorant à bac + 8)
 - Des managers et des chefs de projets capables notamment de piloter des projets à l'international (bac+5)
 - Et des architectes pour concevoir des systèmes performants, robustes et sécurisés (bac +3 à bac +5)

- 4. Un secteur en pleine évolution, dont les besoins peuvent évoluer très vite => un triptique entreprises, écoles/universités et recherches plus que jamais essentiel (liens développés grâce notamment aux clusters et pôles de compétitivités)**
 - Nécessité pour les centres de formation de conserver une proximité avec les entreprises et la recherche pour faire évoluer les formations
 - Besoins de R&D croissants => former des experts

INTRODUCTION

1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ LOGICIEL EMBARQUÉ

▶ 2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS

3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN COMPÉTENCES ET L'OFFRE DE FORMATION

ANNEXES

Présentation générale de l'offre de formation en informatique embarquée

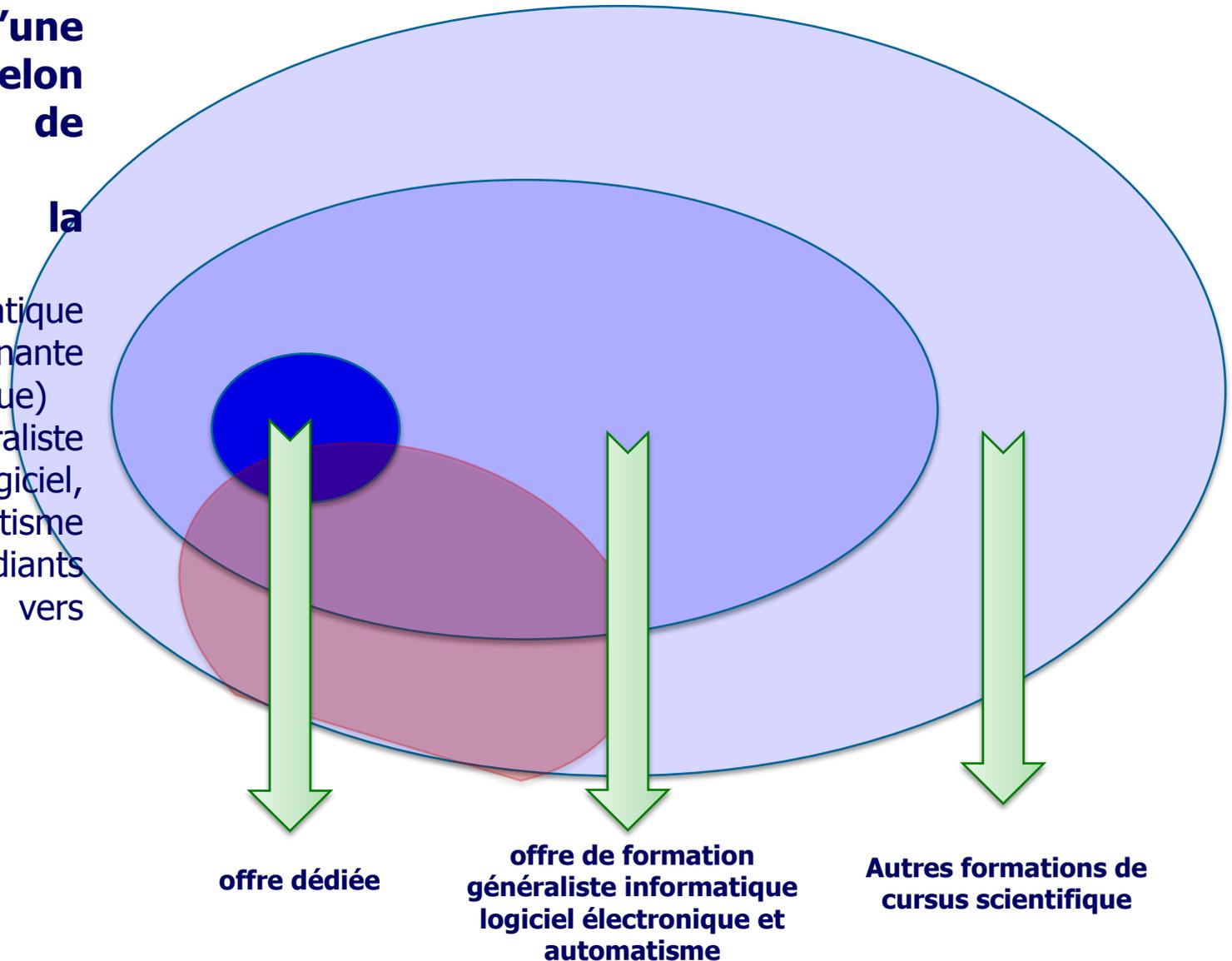
► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

► Choix d'une classification selon de l'intensité de l'informatique embarquée dans la formation :

- Offre dédiée informatique embarquée (avec dominante forte sur cette thématique)
- Offre généraliste informatique, logiciel, électronique et automatisme = potentiel d'étudiants pouvant s'orienter vers l'embarqué
- Autres formations

○ Formation ingénieur

○ Formation non ingénieur

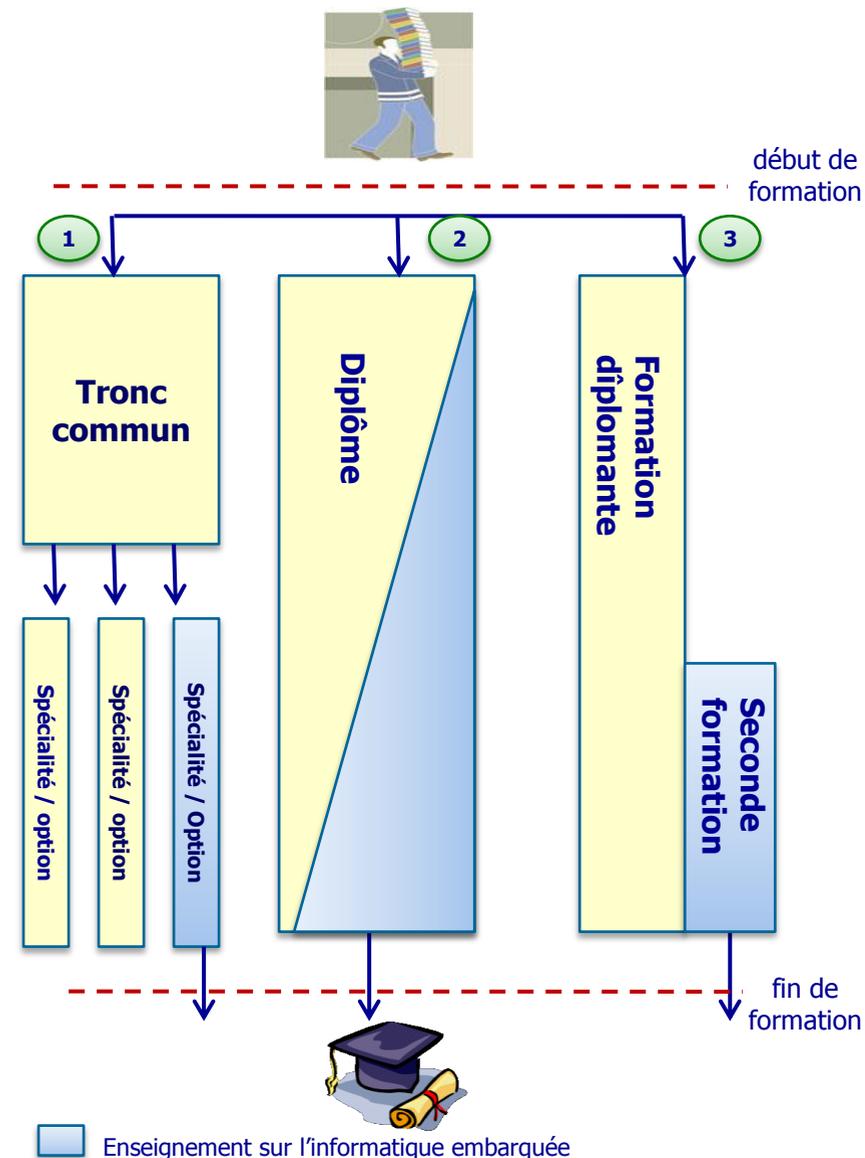


► L'offre initiale dédiée : présentation

► Définition : Offre ayant une partie distincte de la formation autour de l'informatique embarquée :

1. Une spécialité ou une option (cas classique d'un diplôme d'ingénieurs) connotant la finalité du diplôme
2. Une formation diplômante (ex : License pro, Master) spécifique à la filière
3. Une formation proposée en parallèle d'études déjà effectuées (ex : un master conjointement à un diplôme d'ingénieur) qui complète la formation diplômante de l'élève

► **37 formations comptabilisées formant en moyenne 15 à 20 étudiants par promotion, soit 500 étudiants par an**



L'offre initiale dédiée : origine des étudiants, formation et débouchés

► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

Niveau Bac+3 = 100
étudiants / an

Niveau Bac+5 = 400 étudiants / an

260 Universitaires

140 Ingénieurs

Origine

Bac +2 (plutôt DUT)

Licence ou ingénieur

Classes préparatoires (externes
ou intégrées) = 80%
Autres (BTS,...)

Formation

Une formation plutôt technique, sur les
outils spécifiques à l'embarqué

Formations plutôt scientifiques
et techniques

Enseignement technique =
75% du programme (dont
50% environ en embarqué)
Gestion de projet,
management,... = 25%

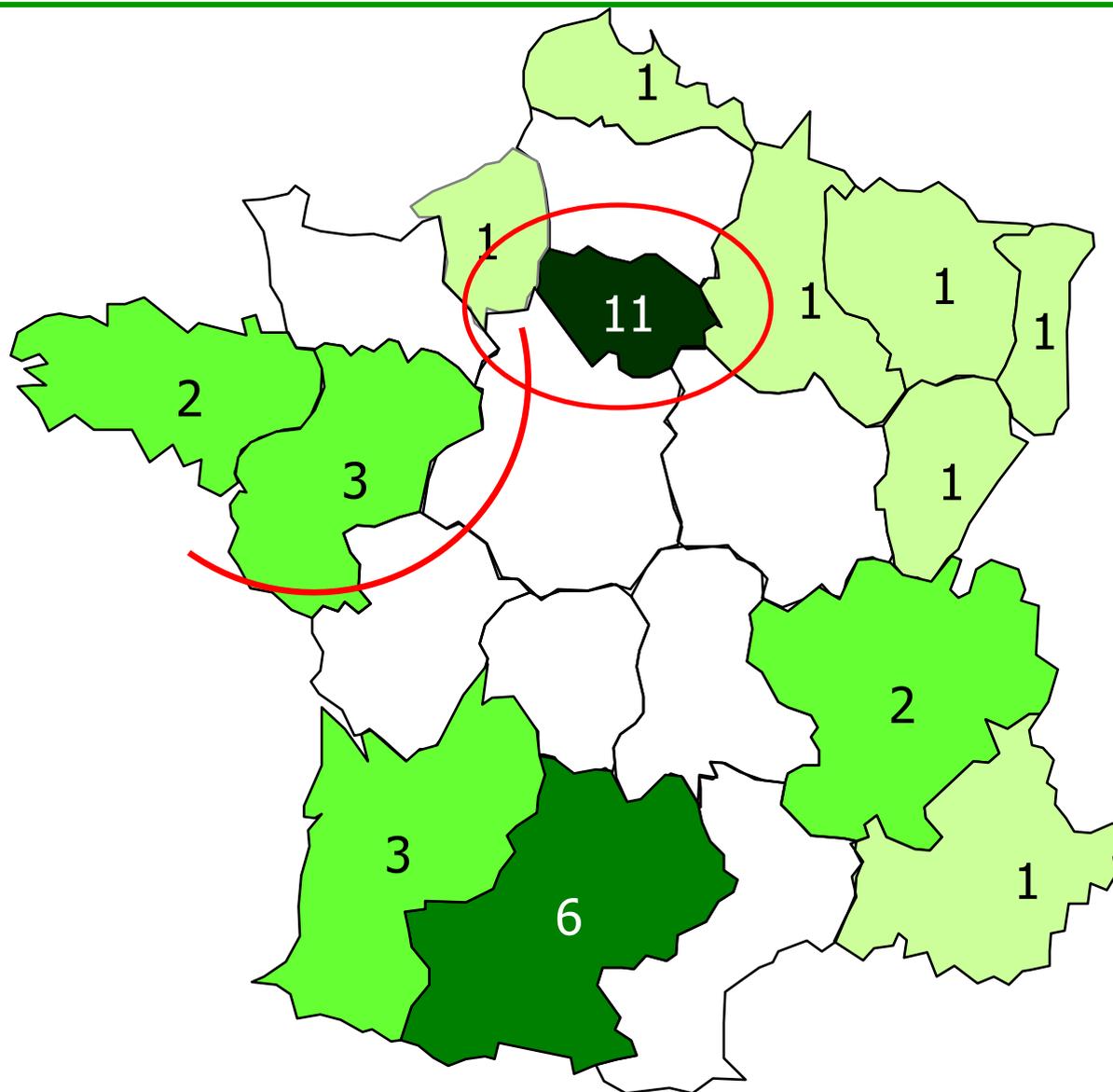
Débouchés

Métiers d'appui
Embarqué = 85 – 90%
Formation complémentaire = 10 à 20%

Ingénierie
Embarqué = 85 – 90%
Formation complémentaire = 8 à 10%

L'offre initiale dédiée : répartition géographique

► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués



Légende :

- Au dessus de 10 Etablissements
- Entre 6 et 5 Etablissements
- Entre 4 et 2 Etablissements
- 1 Etablissement
- Pas d'Etablissement

Source: Katalyse
Répartition de **34**
établissements

- ▶ **Une offre de formation récente (moins de 5 ans) non encore mature**
 - Une offre qui a connu quelques difficultés de "recrutements" d'étudiants notamment dans les filières universitaires (méconnaissance du secteur et des métiers)
 - Un travail de sensibilisation au secteur de l'embarqué dans le tronc commun des formations en 1^{ère} année d'école d'ingénieurs pour attirer les étudiants
 - Aujourd'hui taux de remplissage maximisé des formations dédiées

- ▶ **Une volonté forte de développement de la part des centres de formation**
 - La plupart des formations dédiées sont actuellement de petite taille, mais des accroissements sont prévus à court et moyen termes
 - Quelques créations de formations dédiées identifiées :
 - ✓ Ecole d'ingénieur Polytech que souhaite créer Paris 7 avec une branches diplômante "ingénierie logicielle pour systèmes complexes" (40 ingénieurs par an)
 - ✓ Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées : création d'une filière en informatique embarquée
 - ✓ Création de cursus embarqué à Polytechnique dans la Chaire Systèmes Complexes de Thalès
 - ✓ Création d'un département embarqué à l'ESIGELEC à la rentrée 2009

- ▶ **Globalement un accroissement significatif de l'offre dédiée, de 500 personnes environ aujourd'hui à 750 horizon 5 ans, soit +50%, principalement dans les masters universitaires**

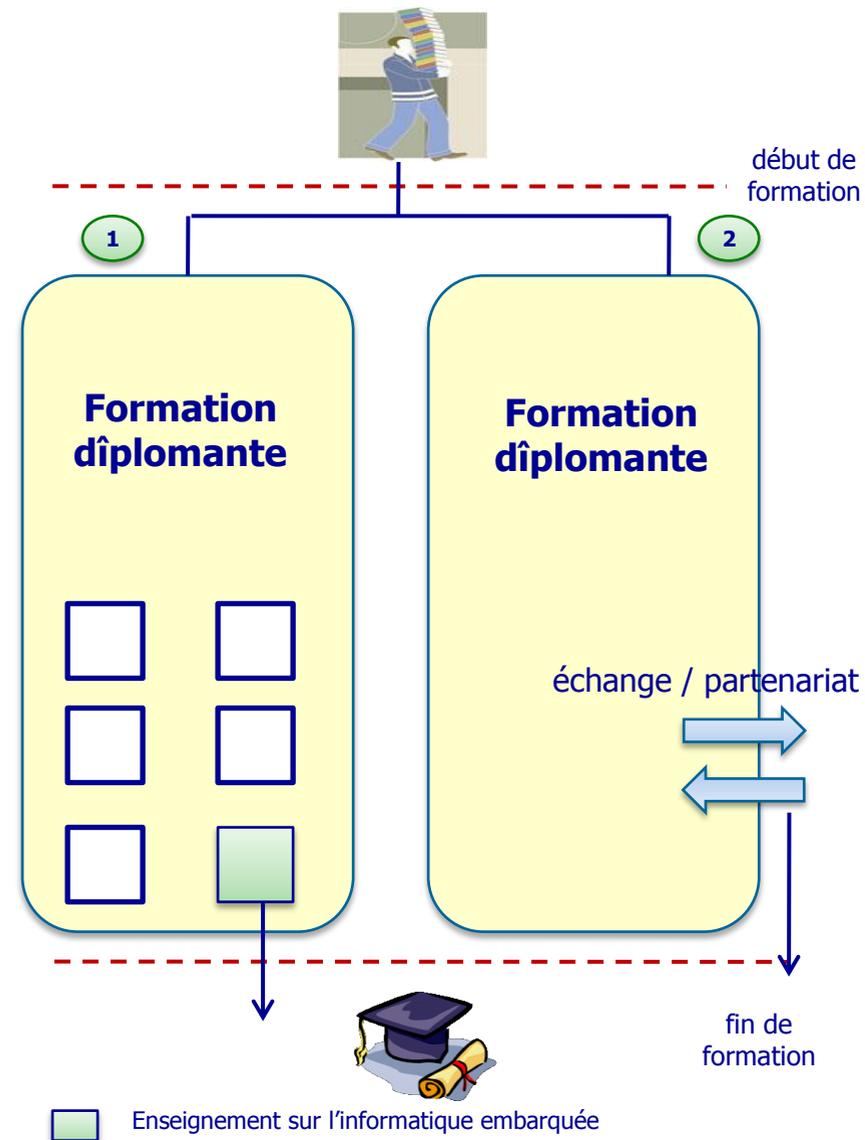
► L'offre initiale généraliste : présentation

► Définition : des offres ne proposant qu'une légère coloration mais qui permettent d'acquérir la plupart des compétences pour travailler dans la filière

- Aquisition d'un bagage technique "minimum" pour évoluer dans l'informatique embarquée (langage C, ADA, linux,...) + "coloration" proposée lors d'un cours d'initiation ou de projets
- Thématiques abordées de manière différente selon les travaux dirigés ou le projet

► Deux approches :

- Le choix de l'étudiant influence cette coloration :
 1. Choix d'un module lors de la formation
 2. Prise de cours dans une formation teintée informatique embarquée en France ou à l'étranger
- Des modules appliqués à l'embarqué dans des thématiques proches = donner la capacité aux étudiants de dialoguer avec des spécialistes de l'embarqué
 - ✓ exemple: la dominante « ingénierie des communications » de l'ESIGELEC intègre en 3^{ème} année un module « communications embarquées » de 40h dont l'objectif est de connaître les contraintes de ce type de communication





L'offre initiale généraliste : offre et débouchés dans le secteur embarqué

► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

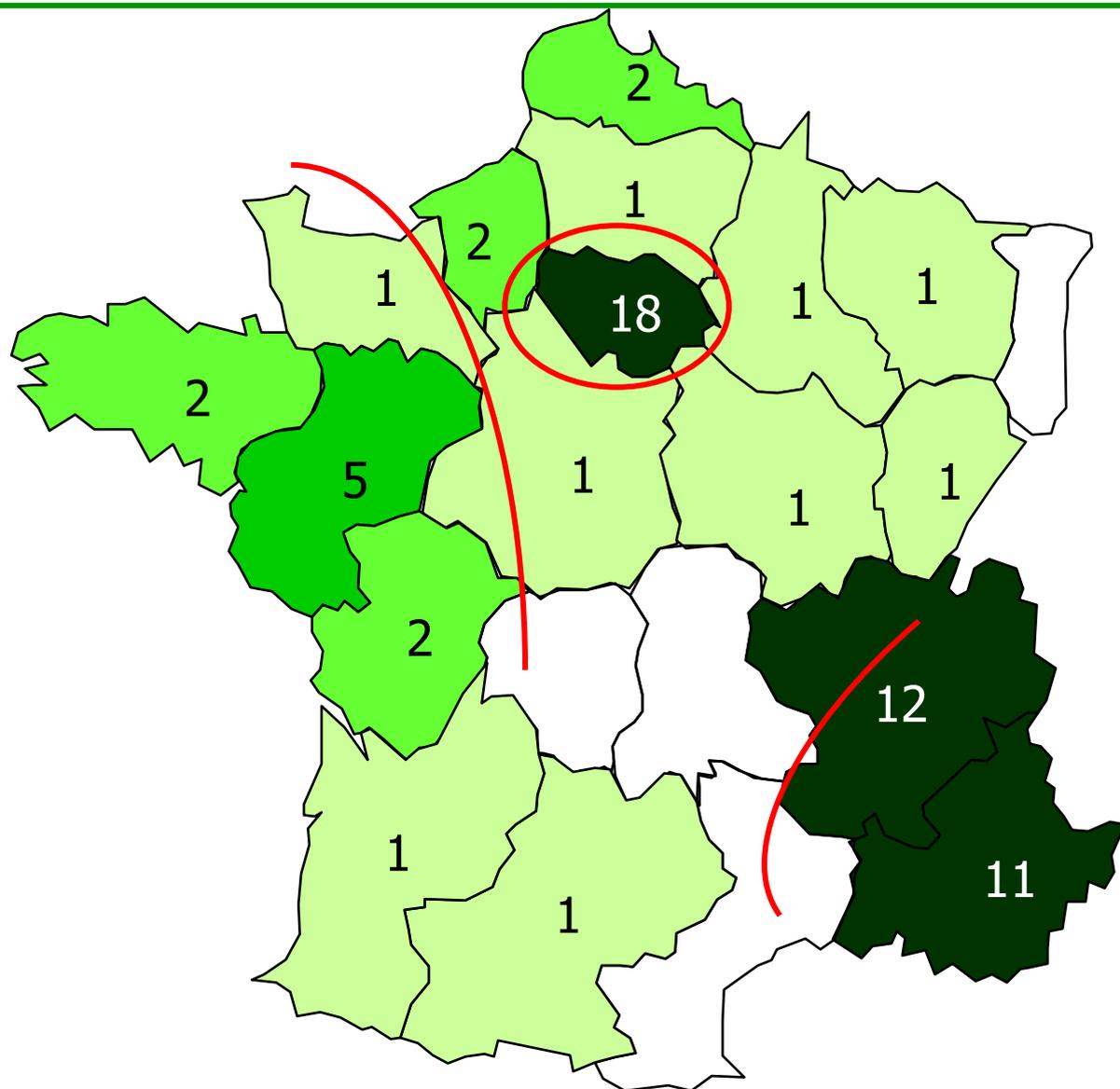
- ▶ **Plus de 65 formations comptabilisées lors de la mission soit un potentiel de 17 000 jeunes diplômés**
 - Appartenant aux génies informatique, électronique et automatique et dans une moindre mesure mécatronique et mathématique
 - Même sans avoir une formation spécifique consacrée à l'informatique embarquée, ces étudiants reçoivent une formation généraliste leur permettant d'intégrer aisément les métiers de l'embarqué
 - ✓ Ainsi dans le tronc commun 1^{ère} et 2^{ème} année des écoles d'ingénieurs "généralistes", se retrouvent les formations programmation en langage C, principales commandes sous Linux,...

- ▶ **L'offre se répartit en :**
 - 8 500 étudiants en formations ingénieurs (par exemple les étudiants de l'EPITA, école d'ingénieur en informatique)
 - ✓ Parmi eux 1 300 environ ont une "coloration" embarquée plus marquée
 - 7 700 étudiants en formations bac + 5 universitaires, comme par exemple le master informatique de Lyon 1
 - ✓ Seuls 120 environ ont une coloration plus marquée "embarqué"
 - 1 200 étudiants formations bac + 3 professionnelle, comme la licence de l'université de Nice en systèmes informatiques et logiciels
 - ✓ Très faible "coloration" → environ 60 étudiants / an

- ▶ **Seule une partie de ces étudiants se dirigent vers les métiers de l'informatique embarquée à l'issue de leur formation**

L'offre initiale généraliste : répartition géographique

Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

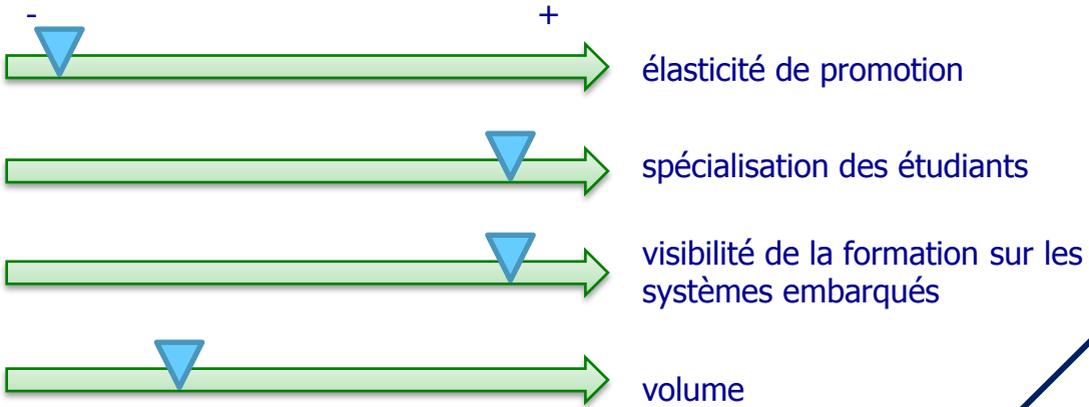


Légende :

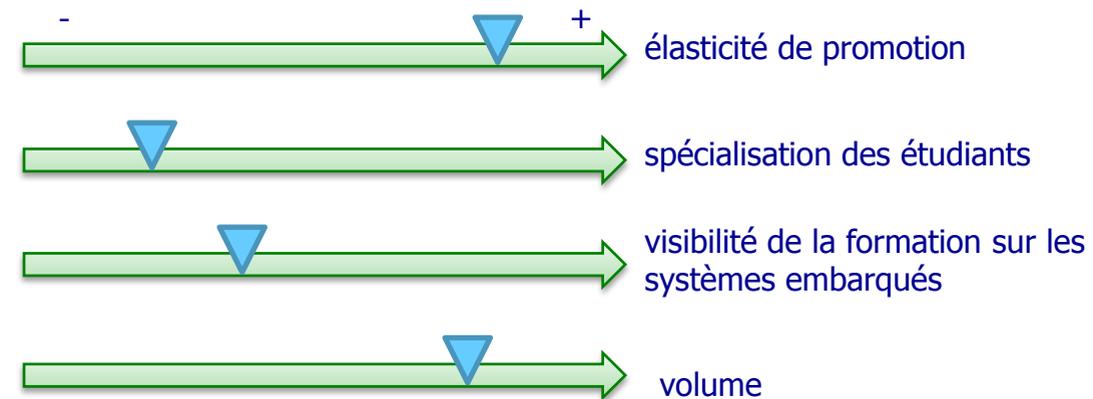
- Au dessus de 10 Etablissements
- Entre 6 et 5 Etablissements
- Entre 4 et 2 Etablissements
- 1 Etablissement
- Pas d'Etablissement

Source: Katalyse
Répartition de **61**
établissements

► Offre initiale dédiée



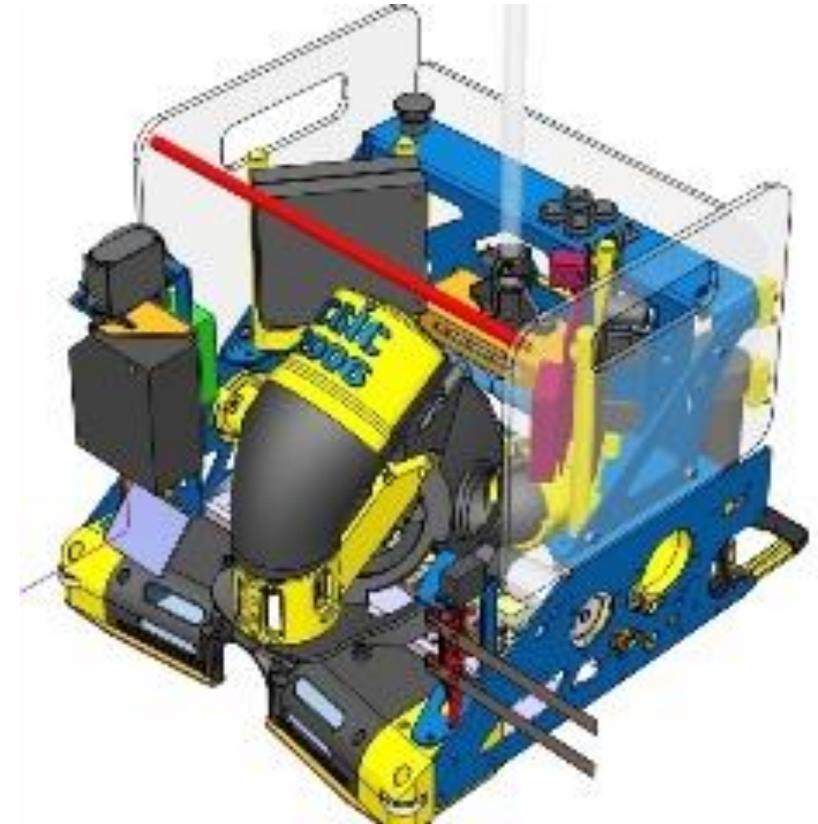
► Offre de formation généraliste informatique, logiciel, électronique et automatisme



- **Pour la plupart d'un niveau minimum master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur :**
 - Besoin d'un bagage scientifique solide
 - Compétences en gestion de projet développé
 - Ecole souvent adossée à la recherche

- **Offre proposée, pour la plupart, par des écoles d'ingénieurs d'informatique non industrielle ou généraliste**
 - ISEN, EPF, Ecoles centrales, Ecoles des mines, groupe ICAM...

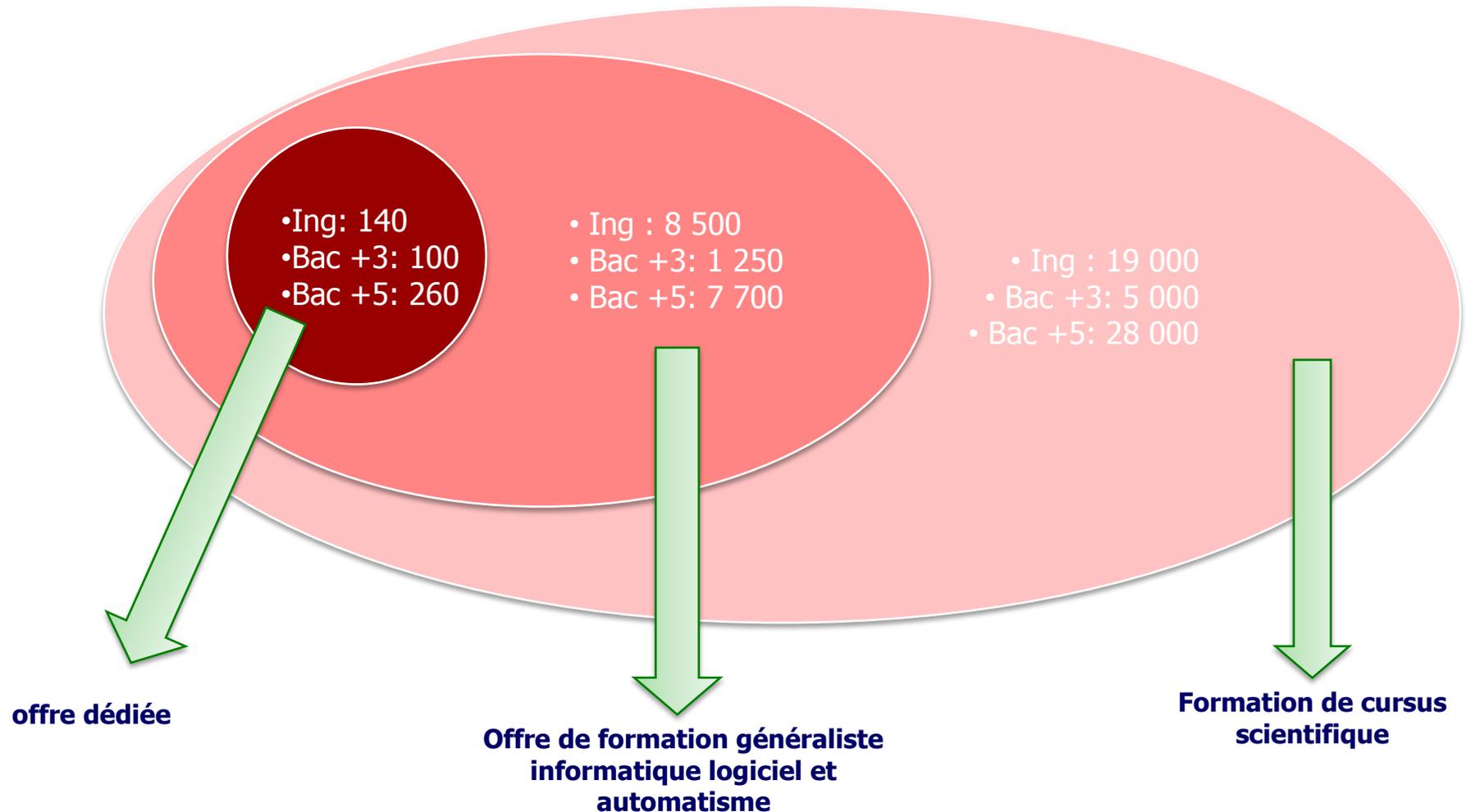
- **Pour exemple, 200 équipes venant de divers écoles sont présentes lors de la coupe de France de robotique E=M6**
 - Equipes d'élèves ingénieurs très souvent autonomes
 - Equipes de lycées, de DUT et IUT menées lors de projets tuteurés annuels avec un laboratoire de recherche ou des enseignants



Robot 2006 de l'IUT de Cachan

Synthèse : le nombre d'étudiants formés aux métiers de l'informatique embarquée

- **Distribution par degré de spécialisation à l'embarqué:**
(sont considérées Bac +3 les licences professionnelles uniquement)





Synthèse des principales évolutions attendues de l'offre de formation

► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

- ▶ **Une offre de formation liée à l'embarqué en développement**
 - 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)
 - Création de nouvelles formations dédiées système embarqué :
 - ✓ Volonté de création d'une école d'ingénieur au sein du réseau Polytech dont une des 3 spécialités est l'embarqué pour l'université Paris-Diderot
 - ✓ ENSE3 propose une nouvelle spécialité autour de la filière dans son génie automatique

- ▶ **Mutualisation ou regroupement de formations autour de l'informatique embarquée par la création de masters communs**
 - exemple entre l'INSA et Centrale ou entre Polytechnique et Paris XI
 - Evolution naturelle au sein d'un PRES ou d'un regroupement d'écoles

- ▶ **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

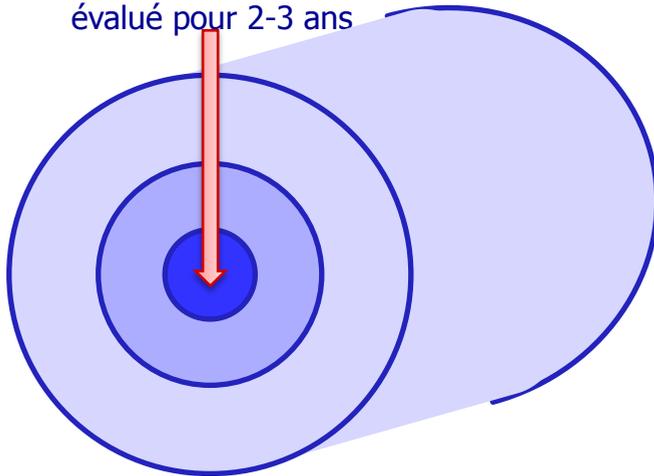
- ▶ **Dans l'optique d'une complexification des projets et de leurs internationalisation : évolution générale constatée des formations françaises vers l'international et la gestion de projet**
 - Augmentation des études de cas et des projets en groupe dans des cursus se concentrant sur les bases à connaître 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

Deux logiques d'évolution du nombre d'étudiants dans les formations

► Analyse de l'offre de formation en logiciels embarqués

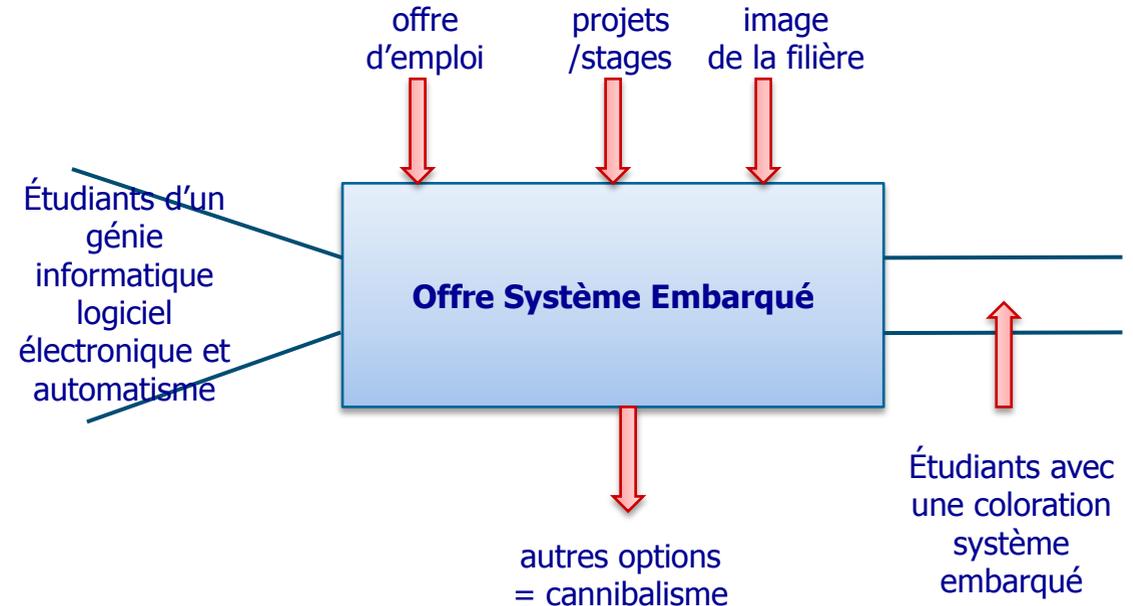
Logique du flux cylindrique (offre dédiée)

Offre informatique embarquée :
Nombre d'étudiants évalué pour 2-3 ans

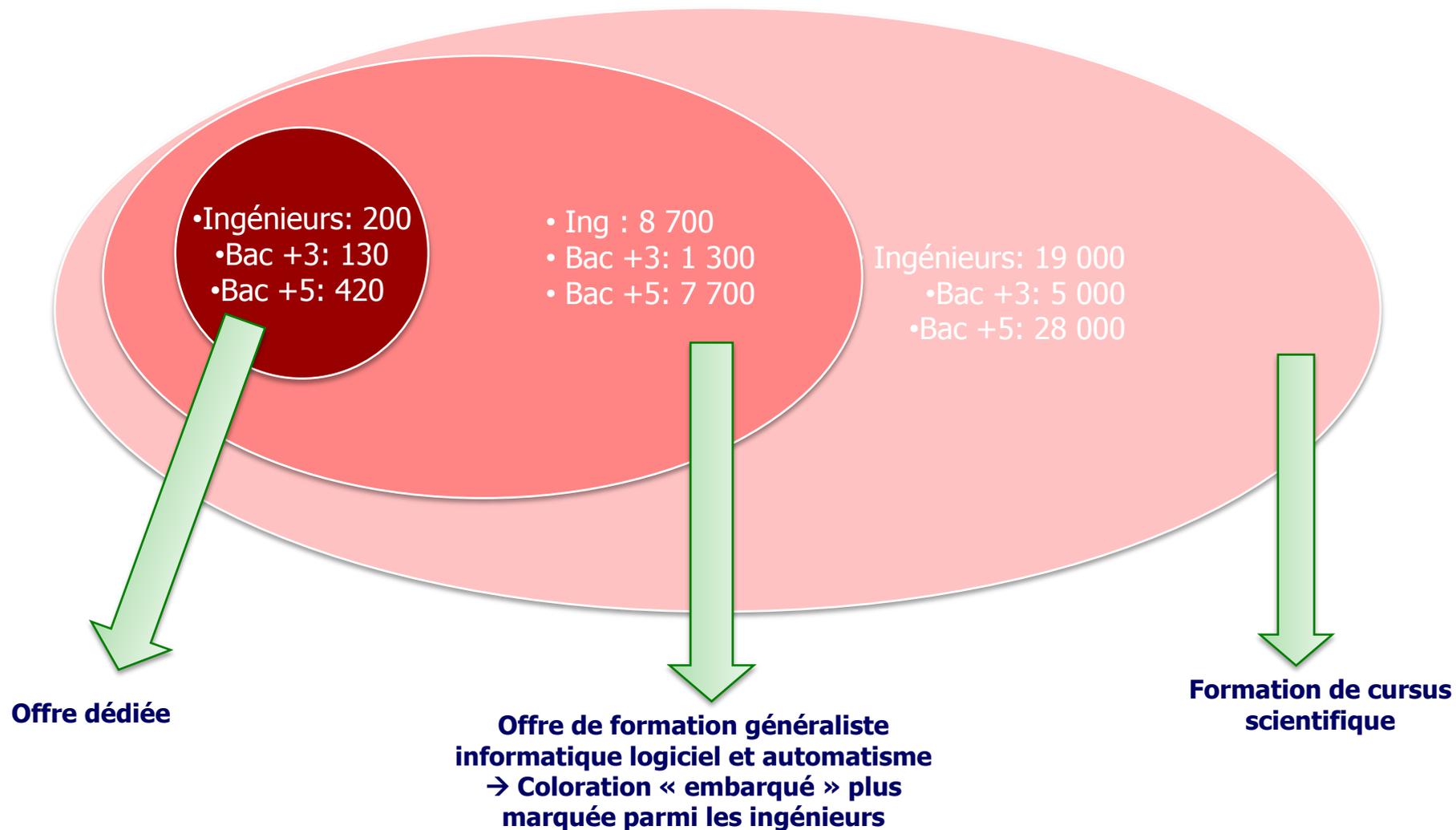


- **Choix d'un contingent strict :**
 - Les formations dédiées à l'informatique embarquée
 - Les formations en alternance
 - Les programmes sous contrat de partenariat ou de mutualisation (regroupement d'établissements par exemple)
- **Peu enclin à des évolutions importantes du nombre d'étudiants à court terme**

Logique de la boîte noire (offre généraliste)



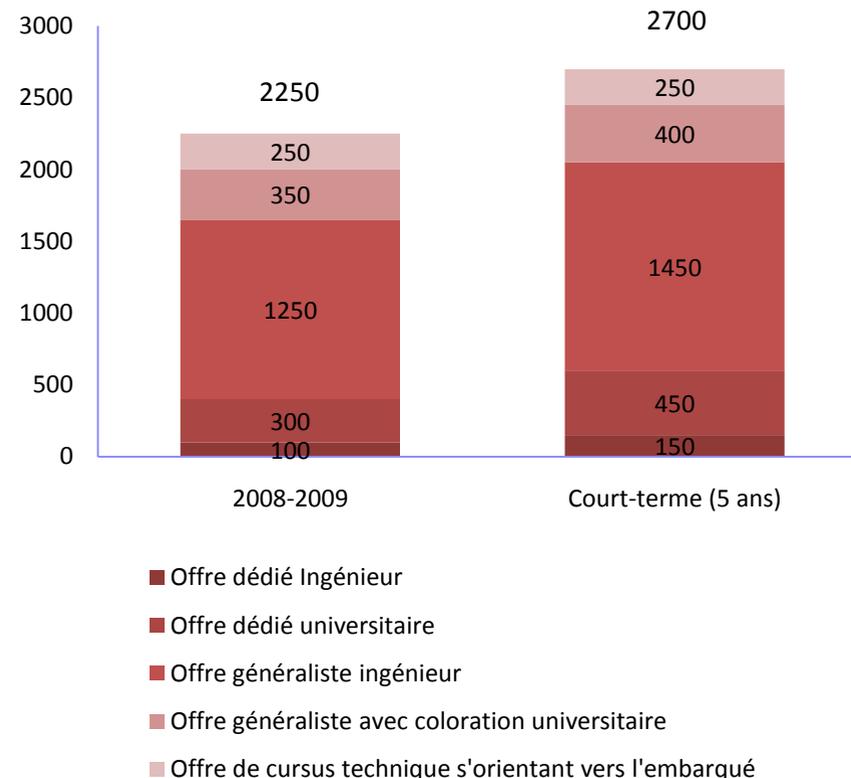
- **Logique utilisée plutôt dans des formations généralistes**
- **Le choix de l'étudiant influence le volume de l'année :**
 - Image de la filière incomplète et méconnaissance des possibilités futures limitent l'attractivité
 - Cannibalisme d'autres modules ou options par effet de mode (énergie, environnement)
- **Forte volatilité du nombre d'étudiants**



▶ Etudiants s'orientant dans les métiers de l'embarqué : nombre et profils

- ▶ Aujourd'hui environ 2 250 étudiants par an s'orientent vers l'informatique embarquée (offre dédiée + offre généraliste)
- ▶ Ce chiffre devrait évoluer dans les 5 prochaines années pour les raisons suivantes :
 - L'ouverture de nouvelles formations et l'accroissement des formations existantes dédiées
 - La progression de la proportion d'offres d'emploi en logiciel embarqué sur l'offre d'emploi total en informatique
- ▶ Si la situation continue à se développer au rythme actuel sur les prochains 5 ans, ils seront environ 2 700 jeunes diplômés par an à s'orienter vers le logiciel embarqué
- ▶ Hypothèses :
 - Reprise des hypothèses d'évolution de l'offre de formation dédiée
 - Part des étudiants des formations généralistes ingénieur s'orientant vers l'embarqué : de 15% à 17% (sensibilisation, attractivité du secteur)
 - Offre de cursus technique/Offre dédiée avec coloration ingénieur : 20%

Evolution du nombre de diplômés s'orientant en informatique embarquée



- ▶ **Les programmes de doctorat sur la thématique des systèmes embarqués vise à diplomer des étudiants tant dans les activités professionnelles de pointe que dans la recherche scientifique privé ou public et l'enseignement universitaire**
- ▶ **Ayant un haut niveau de connaissances, de rigueur intellectuelle, de curiosité scientifique et de créativité nécessaire, ces formations sont de plus en plus demandées par les entreprises (pas d'estimation chiffrée)**
- ▶ **A ce jour, 130 doctorats par an selon des estimations KATALYSE sortent sur des thématiques des systèmes embarqués**
- ▶ **Ils sont portés par**
 - une des 16 unités de l'INRIA spécialisées dans les Systèmes embarqués et mobilité
 - une des 17 unités du CNRS du domaine ST2i
 - Des laboratoires tels que l'Institut de Recherche en Systèmes Électroniques Embarqués
 - Des chaires de recherche telle la chaire X-Thales
 - ...

► Une offre encore très discrète pour la filière informatique embarquée

- Environ 5% seulement des formations techniques sont liées à l'embarqué à Learning tree, comme par exemple la formation linux embarqué, de 4 jours, destinée aux ingénieurs de développement qui souhaitent acquérir une compétence sur Linux en environnement industriel contraint.
- Quelques instituts de formation initiale proposent des formations, mais l'offre est encore pauvre

► Une offre de formation continue qui peine à trouver son public

- Une demande croissante des entreprises et une offre qui se développe
- Mais 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
 - A 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

► Rapidité de mise en place de nouvelles formations

- Le processus total de création de formation privé est d'environ 7 à 8 mois depuis l'identification jusqu'à la mise en catalogue
- Des possibilités de développement grâce aux périodes de professionnalisation et au DIF

INTRODUCTION

**1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ
LOGICIEL EMBARQUÉ**

2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS

**▶ 3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN
COMPÉTENCES ET L'OFFRE DE FORMATION**

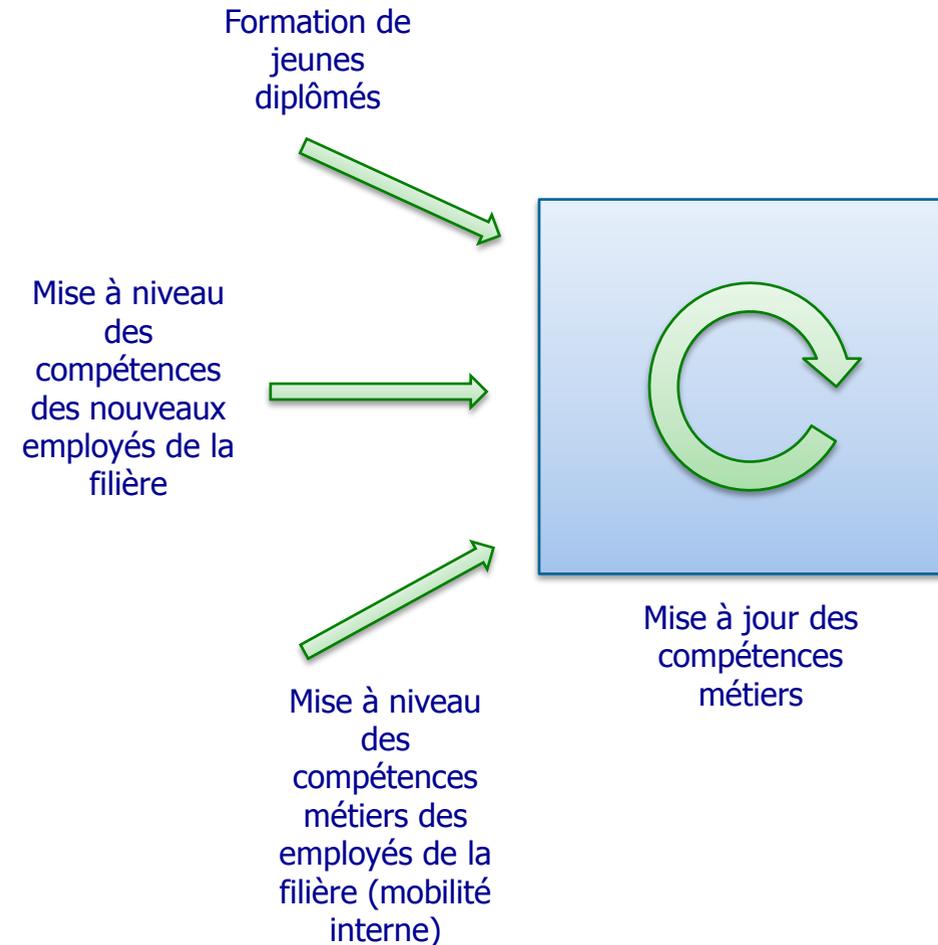
ANNEXES

► Calcul des besoins en formation sur 5 ans

► Bilan adéquation entre besoins en compétences et offre de formation

► Pour répondre à la demande constatée par Pierre Audoin Consultants en terme d'évolution, il faudra sur 5 ans (premières estimations)

	Non-ingénieur	Ingénieur
Formation initiale (jeunes diplômés)	3 400	9 400
Mise à niveau des compétences des nouveaux employés de filière (sur les recrutements d'expérimentés "secteur")	3 500	11 300
Mise à niveau des compétences des employés entrants de la filière (mobilité interne entrant)	1 800	5 700
Mise à jour des compétences métiers	6 400	20 400



Adéquation offre / demande de formation initiale (jeunes diplômés)

► Bilan adéquation entre besoins en compétences et offre de formation

	Besoins estimés de jeunes diplômés (hypothèse de maintien de la proportion d'ingénieurs recrutés à 5 ans)	Etudiants formés et allant vers les métiers de l'embarqué
Non-ingénieur	3 400	3 900
Ingénieur	9 400	8 600
TOTAL	12 800	12 500

- **Une adéquation quantitative « globale » entre les besoins et le nombre d'étudiants formés**
 - Mais des tensions sur les recrutements de spécialiste test et développement logiciel tant la demande est importante (70% des besoins de recrutement en jeunes diplômés)
 - Un risque 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)
- **Parmi les jeunes diplômés, 20% auront reçu une formation dédiée informatique embarquée, 70% une "coloration" et 10% pas d'enseignement spécifique**
- **Des besoins émergents importants en matière de R&D (non évalués quantitativement) qui génèrent un besoin de profils très spécialisés (bac >5)
=> des profils captés par l'industrie**

- ▶ **A 5 ans, 49 000 personnes nécessitent une mise à niveau de leurs compétences en informatique embarquée**

- ▶ **Une offre de formation continue qui semble aujourd'hui peu répondre aux attentes des entreprises**
 - Des formations intraentreprises au sein des plus grandes structures (taille critique)
 - ✓ Remarque: 40% des salariés de l'informatique embarqués travaillent dans un établissement de plus de 500 personnes
 - Une formation "sur le tas" pour les PME

- ▶ **Une capacité de création de formation rapide permettant de s'adapter rapidement aux besoins**

- ▶ **Une offre de formation initiale qui répond aux besoins « quantitatifs » de développement de la filière (à l'exception de profils développeurs et spécialistes test)**
- ▶ **Une offre non mature et en évolution**
 - Une offre dédiée récente (moins de 5 ans) et qui fournira à 5 ans 20% des jeunes diplômés
 - Une offre "généraliste" qui intègre de plus en plus la problématique de l'embarqué (avec la création de nouvelles filières comme mécatronique, biomédical,...)
- ▶ **Une évolution des attentes des entreprises quant aux contenus et aux modes pédagogiques à laquelle les formations de type ingénieur semblent mieux préparées**
 - Adaptabilité des salariés (pour s'adapter aux évolutions technologiques)
 - Capacité à gérer des projets complexes
 - Capacités managériales
- ▶ **Un enjeu fort en matière de formation continue mais des attentes des entreprises à préciser pour développer une offre adaptée**

INTRODUCTION

**1 – ÉVALUATION DES BESOINS EN COMPÉTENCES DE L'ACTIVITÉ
LOGICIEL EMBARQUÉ**

2 – ANALYSE DE L'OFFRE DE FORMATION EN LOGICIELS EMBARQUÉS

**3 – BILAN D'ADÉQUATION ENTRE LES BESOINS EN COMPÉTENCES ET
L'OFFRE DE FORMATION**

 **ANNEXES**



Listes des établissements interrogés en Phase 1 -1/2

institution	Nom du contact	Fonction
CEGOS	Daniel Berdal	Responsable d'Affaires
Centrale Lyon/INSA	Eric Niel	Responsable Master
CESI/ EXIA	Jean-Louis ALLARD,	Directeur National
CNAM	Samia Bouzefrane	Responsable Master
CPE Lyon	Fabrice Jumel	responsable Systèmes embarqués
CTI	Veronique Saura	Responsable pédagogique
EFREI	Alain Fromentel	Directeur des études
ENS ULM	Jean Ponce	Département d'informatique
ENSAM	Phillipe Dalsanto	Responsable formations
ENSE3	Olivier Sename	Responsable filière
ENSEEIH/ISAE		Département info
Epita	Julien Delange	Responsable parcours
ESIGELEC	Clément PREVOST	Responsable relations entreprises
ESME Sudria	Christian Touseau	Directeur du département Electronique
ENST	Laurent PAUTET	Responsable informatique embarquée



Listes des établissements interrogés en Phase 1 -2/2

institution	Nom du contact	Fonction
ESTEI		
Insa de Lyon	Regis Aubry	Responsable option
INSA de Toulouse	Colette MERCE	Directeur département
ISEP	Dieudonné Abboud	Directeur des études
ISTASE	Bruno Sauviac	directeur de la formation
IUT A, Lyon 1	Lionel BUATHIER	Responsable Licence
Learning tree international	Francis Balland	Pdg
Polytech grenoble	Jean-Numa Foulc	responsable de la filière
Université Bordeaux 1	Geneviève DUCHAMP	Responsable master GSAT
Université de toulouse III	Christine MAUREL	responsable master
Université Lyon 1	Jean-Patrick Gelas	Responsable pédagogique systèmes embarqués
Université Paris 6	Fabrice Kordon	
Université Paris 7	Hamed Bouajjani	Responsable master
UTC	madjid bouabdallah	Responsable pédagogique
Polytechnique	Eric Leroy	Directeur adjoint des programmes master

Responsable de l'équipement ou spécialiste Système

Fonction	Diplômes et compétences
<ul style="list-style-type: none">•Définit le produit ou le système•Effectue l'analyse système,•Décompose en produits et en fonctions, alloue les budgets tant économiques qu'en ce qui concerne les performances et les délais•Coordonne l'ensemble des activités et effectue les arbitrages techniques et financiers.	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•Expérience de 3 à 5 ans• Maîtrise des langages de programmation , connaissance des architectures SW, HW, les microcontrôleurs/processeurs•Anglais

Chef de projet

Fonction	Diplômes et compétences
<p>Responsable de la gestion du projet et donc de la livraison du matériel et du logiciel éventuellement prêt pour la certification, dans les contraintes de délais et de coût et de qualité fixés par le programme ou le client. Cela inclut le cas échéant la responsabilité de gestion des sous-traitants</p>	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•Expérience de 4 à 8 ans• Bonne culture technique générale•Connaissance sectorielle et de normes•Anglais

► Déclinaison de ces besoins par métier (10 métiers identifiés par PAC) - 2/5

Architecte plateforme embarquées

Fonction	Diplômes et compétences
Responsable de la définition et de la réalisation de l'architecture du matériel et des couches basses des systèmes	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•Expérience de 2 à 5 ans• Maîtrise des langages de programmation basse, bonne connaissance des architectures et les systèmes•Anglais

Expert technologies embarquées/ Responsable support

Fonction	Diplômes et compétences
<ul style="list-style-type: none">•Dispose d'une connaissance intime des différentes méthodes et technologies nécessaires à la production et à l'exploitation des logiciels.•Connait les exigences spécifiques au domaine en matière de performance et de qualité.•connaissance des méthodes industrielles retenues pour spécifier, obtenir et contrôler le niveau de sûreté de fonctionnement tant en matière de matériel que de logiciel	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire, Bac +2 avec expérience significative dans le domaine•Expérience de plus de 5 ans dans la maintenance• Très forte connaissance technique générale, notamment électronique

Architecte applications embarquées

Fonction	Diplômes et compétences
<ul style="list-style-type: none">• Responsable de la définition des logiciels de l'application• Prépare les spécifications de besoin, l'architecture logiciel, la conception préliminaire, la spécification du logiciel	<ul style="list-style-type: none">• BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,• Expérience de 2 à 5 ans• Expérience en modélisation logicielle• Bonne connaissance des caractéristiques des différentes technologies, de l'architecture matérielle, des bus, des calculateurs• Anglais

Spécialiste développement logiciel

Fonction	Diplômes et compétences
<ul style="list-style-type: none">• Réalise le développement des logiciels depuis les phases de conception préliminaires jusqu'à celles de validation. Nécessite une bonne connaissance des méthodologies, langages et technologies utilisées en logiciels embarqués	<ul style="list-style-type: none">• BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire, Bac +2 avec expérience significative dans le domaine• Débutant jusqu'à 3 ans d'expérience• Connaissances techniques générales requises : OS, temps réel, C , C++ , ada, assembleur

Spécialiste qualification / validation

Fonction	Diplômes et compétences
<ul style="list-style-type: none">•Définit la stratégie de validation conformément à la réglementation et aux objectifs du programme•Réalise les plans de vérification et de validation•S'assure que les livraisons sont conformes aux exigences des certifications•Reçoit le logiciel et le matériel et fait réaliser ou réalise les tests de validation	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•Expérience de 1 à 3 ans• Maîtrise des langages de programmation•maîtrise des environnements de test•Connaissance sectorielle•Anglais

Spécialiste test

Fonction	Diplômes et compétences
Réalise les essais du logiciel et du calculateur conformément aux plans définis. Nécessite une connaissance de la mise en œuvre des bancs de test	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire, bac+2 avec expérience significative•maîtrise des environnements de test et des différents types de tests•Bonnes connaissance du développement de logiciel

Responsable et spécialiste intégration

Fonction	Diplômes et compétences
Réalise l'intégration du logiciel sur le système	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•minimum 3 ans d'expérience• Maîtrise des langages de programmation , maitrise du debug et des outils d'investigation•Anglais

Responsable et spécialiste process et méthodes/ Assurance qualité / Certification

Fonction	Diplômes et compétences
S'occupe de la maintenance de premier niveau et de supporter les utilisateurs dans une utilisation optimale des méthodes et processus	<ul style="list-style-type: none">•BAC+5, Ecole d'ingénieurs ou Universitaire,•Expérience de 1 à 3 ans• Bonne connaissance des méthodologies de développement.•Pratique d'un ou plusieurs outils de test•Connaissance sectorielle et de normes•Anglais

Tableau de correspondance offre de formation / métiers

► Bilan adéquation entre besoins en compétences et offre de formation

	Responsable de l'équipement ou Spécialité Système	Chef de projet	Architecte plateforme	Expert Technologies Embarqués/responsable support	Architecte applications embarquées	Spécialiste Développement Logiciel	Spécialiste Qualification/Validation	Spécialiste Test	Responsable et Spécialiste Intégration	Responsable et Spécialiste Process et méthodes...
Offre dédiée ingénieur	importante	significative	importante	significative	significative	importante	importante	importante	importante	importante
Offre dédié BAC+5	significative	significative	importante	importante	importante	significative	significative	importante	significative	significative
Offre dédiée BAC +3	faible	faible	significative	faible	faible	importante	importante	significative	faible	faible
Offre de formation généraliste EEE	importante	significative	faible	faible	faible	importante	importante	faible	significative	importante
Autres cursus	importante	faible	faible	faible	faible	importante	faible	faible	faible	importante

Légende :

- importante
- significative
- faible