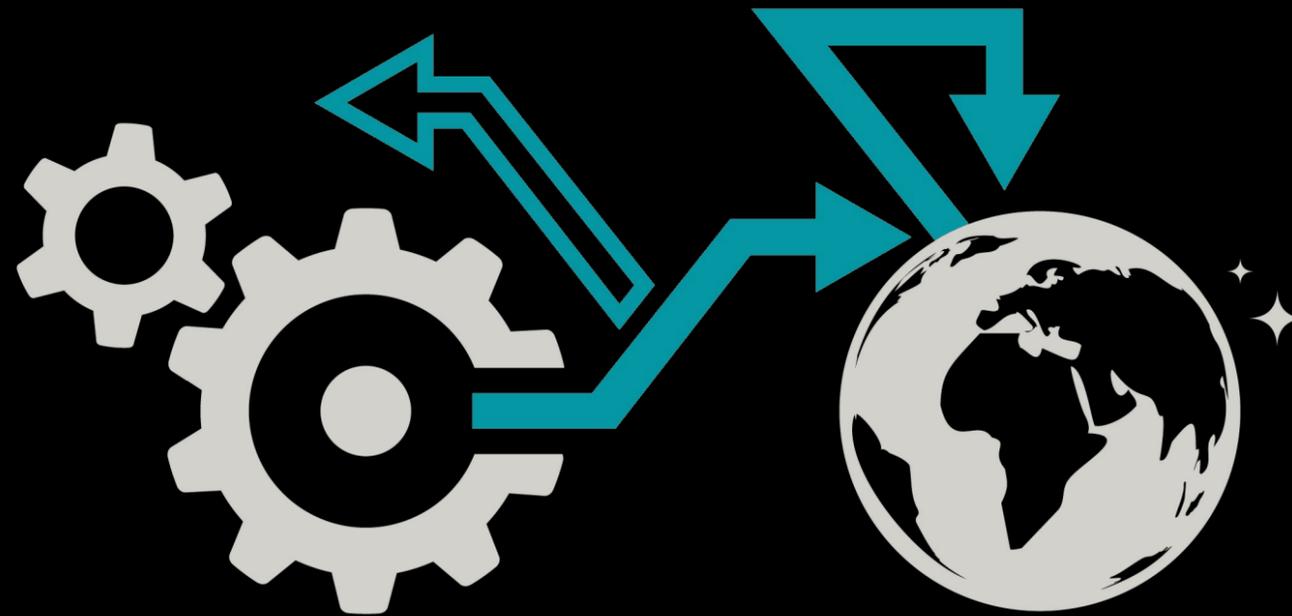


17/07/2023

# VELO : Vérification pour l'Environnement et le LOgiciel

B. Delahaye, C. Attiogbé, G. Cantin

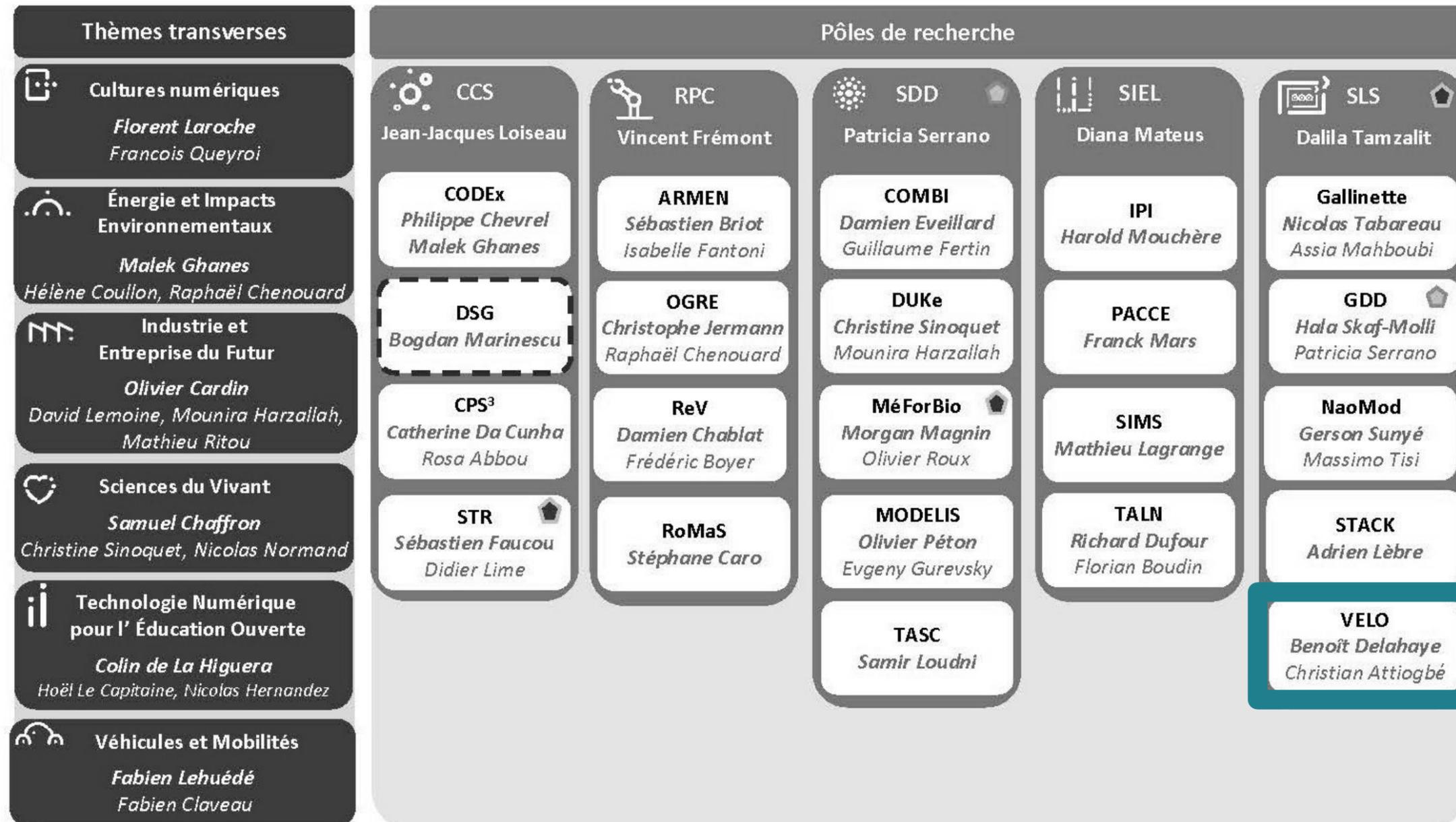


# Positionnement de l'équipe

## LABORATOIRE DES SCIENCES DU NUMÉRIQUE DE NANTES

Avril 2023

Sciences du Logiciel  
et des Systèmes  
distribués



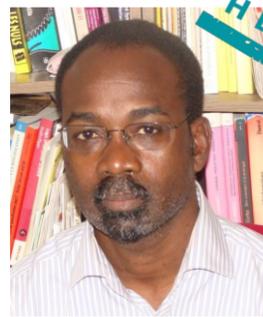
# Membres de l'équipe



**Pascal André**  
MCF NU/Lettres



**Gilles Ardourel**  
MCF NU/FST



**Christian Attiogbé**  
PR NU/IUT



**Guillaume Cantin**  
MCF NU/FST



**Benoît Delahaye**  
MCF HDR NU/FST



**Emmanuel Desmontils**  
MCF NU/Inspé



**Salima Hamma**  
MCF NU/FST



**Arnaud Lanoix**  
MCF NU/IUT



**Mourad Oussalah**  
PR NU/FST



**Jérôme Rocheteau**  
MCF ICAM  
Collaborateur Extérieur



## 6 Doctorants :

- Farah Abdmeziane, co-tutelle Univ Alger
  - Hiba Aljabri, NU (ANR), co-encadrement NaoMod + Vannes
  - Ali Benjilany, NU (ANR), co-encadrement NaoMod
  - David Julien, NU (CDE)
  - Hind Kalfat, co-tutelle Univ Tlemcen
  - Jakez Rolland, Bio Logbook (CIFRE), co-encadrement COMBI
- 1 doc et 1 postdoc en cours de recrutement

# Contribution à la formation

## Master Info - NU

- o Construction du CMD SmartComputing
- o Resp. de modules
  - Preuve et Construction Formelle
  - Model-Checking
  - Architectures Logicielles

## Option Info pour l'IA - CN

- o Resp. de module
  - Modélisation Probabiliste et Apprentissage par Renforcement

## Master MIAGE - NU

- o Resp. Parcours M2 MIAGE
- o Resp. Parcours M2 MIAGE
- o Resp. de modules
  - Modélisation et Vérification
  - Ingénierie des modèles
  - Numérique responsable
  - Architectures Logicielles
  - Programmation Objet
  - Conception Logicielle
  - Réseaux

## Doctorat

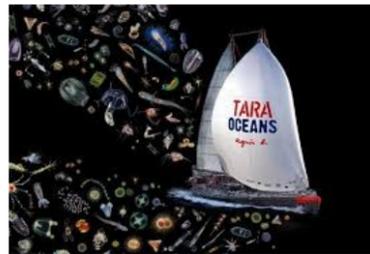
- o Formations doctorales : Modélisation de systèmes hétérogènes, Biblio

## Direction / Co-direction

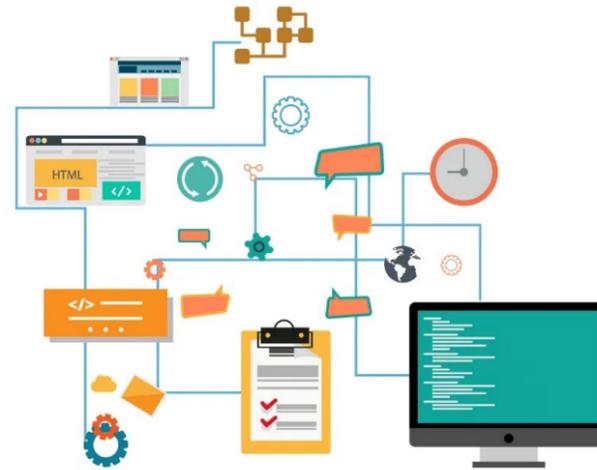
- o **EUR MaSTIC** + conseil ED MaSTIC
- o Département info IUT
- o Anciens directeurs département info FST et IUT

# Identité thématique de l'équipe : Informatique formelle guidée par les applications

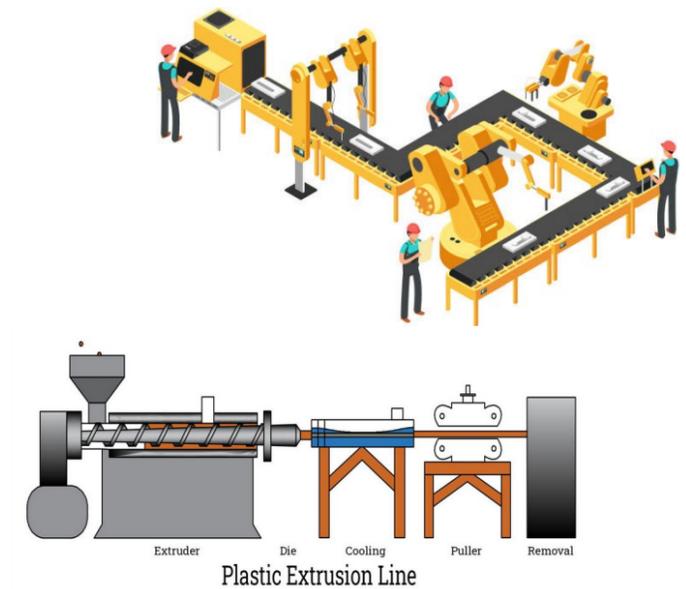
## Environnement / Santé



## Logiciel



## Systemes de production

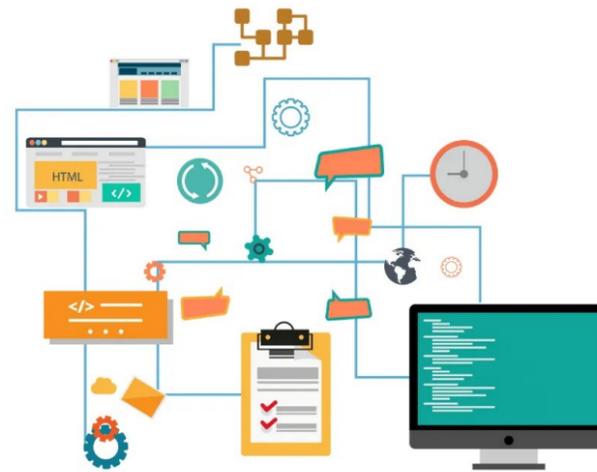


# Identité thématique de l'équipe : Informatique formelle guidée par les applications

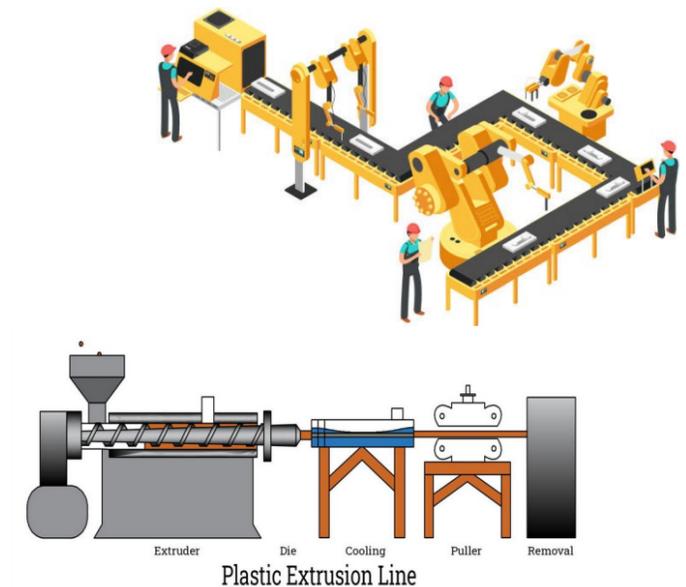
## Environnement / Santé



## Logiciel



## Systemes de production



## Modélisation et Vérification

Langages et formalismes de modélisation abstraits

Algèbres de modèles

Algorithmes de vérification symboliques et/ou statistiques

Abstraction / raffinement de modèles

Synthèse de programmes / d'architectures

# Modélisation / Vérification pour l'environnement / la santé

## Systemes complexes / naturels

- o Exemples : Croissance de parcelles de forêt équatoriale ; propagation d'épidémies ; évolution du zooplancton ; caractérisation d'individus malades/sains...
- o Caractéristiques : Systemes complexes (Différentiels / continus / discrets / hybrides) ; Fortes incertitudes et variabilité ; Intégration de données et connaissances

## Défis méthodo : Formalismes de modélisation et vérification

- o **Paramétrisation** + vérification de modèles différentiels (ODE)
- o **Abstraction** de modèles différentiels et **couplage** avec modèles discrets
- o Intégration de réseaux de neurones (+analyse, vérif)
- o **Datascape** (en médecine personnalisée)

### GREEN/VERHIDYN (16,5k€)

(Modélisation / Vérification de systemes hybrides)

- o Accompagnement Région / CNRS
- o Applications Géographie
- o Applications Epidémiologie

### CoSysM3\*

(Modèles hybrides épidémio)

- o ANR Portugal
- o Application épidémio
- o Resp WP : G.C.

### IMPT (62k€)

(Modèles Homme/Forêt/Climat)

- o Colab Info / Maths / Géographie
- o Porteur : G.C.

### Bio Logbook (15k€)

(Médecine personnalisée)

- o CIFRE
- o Resp. : B.D. + D.E.

\* LS2N non financé

# Modélisation de systèmes (logiciels) hétérogènes

## Systemes (logiciels) hétérogènes

- 0 Exemples : pilotage de train d'atterrissage ; processus industriels ; serveurs de données / clients multi-protocoles ; systèmes cyber-physiques ; etc
- 0 Caractéristiques : Composants de natures différentes (matériel, logiciel, réparti, ... ) ; Variabilité au niveau des interfaces / comportements ; Modèles sémantiques et cycles de vie différents

## Défis méthodo : modélisation formelle, analyse et développement

- 0 **Modèles sémantiques hétérogènes** → difficulté d'établir la cohérence
- 0 Caractérisation/formalisation des **interactions** entre composants
- 0 **Analyse formelle** : raffinement, vérification / preuve de propriétés
- 0 **Systematisation et généricité** : abstraction de paramètres d'interface et de comportement, d'analyse, de développement co-construit, ...

### ANR BiSOUS (160 k€)\*

(Vérification de modèles paramètres / jeux / contrôle)

- 0 Equipes STR / VELO
- 0 Resp WP : B.D.

\*Budget total 409k€

# Modélisation de systèmes d'information / de production

## Systemes d'information / Systemes de production

- o Exemples : Système d'information de *holding* d'entreprises, de groupements de médecins, ... ; Chaîne robotisée d'assemblage de produits ; pilotage de procédés ; ...
- o Caractéristiques : Différentes strates/couches : stratégie, décision, métier, fonctionnelle, applications, services ; Fortes variabilités : stratégies, évolution des besoins, des fonctionnalités, des équipements, des technologies, ...

## Défis méthodo : modélisation, maintien de cohérence, évolution

- o **Modélisation et alignement** des couches métier / application des SI ; Cohérence des SI ; migrations technologiques ; ...
- o Modélisation et **automatisation des reconfigurations** d'ateliers de production
- o **Simulation** de modèles de reconfiguration

### ANR RODIC (290 k€\*)

(Reconfiguration atelier de productions)

- o CPS3, VELO, NaoMod
- o Resp WP : P.A.

\*Budget total 497k€

### RecyPlast

(Pilotage de système d'extrusion)

- o Projet Régional (ICAM)
- o 1 thèse financée (en cours de recrutement)

# Collaborations

## Internationales

- USA (N. Bouskills)\*
- Chili (A. Maass)\*
- Portugal (C.J. Silva)\*
- Allemagne (H. Hermanns)
- Algérie (S. Ben Yahia)
- Danemark (K.G. Larsen)
- + **Réseau TARA\***



## Nationales

- LETG (Nantes)\*
- IRISA (Rennes)
- IRIT (Toulouse)
- LOV (Villefranche)\*
- LORIA (Nancy)
- LMF (Saclay)
- LMA (Poitiers)\*
- CIRAD (Guyane)\*

## Locales (LS2N)

- COMBI
- MéForBio
- STR
- DUKe
- CPS3
- NaoMod

\* Interdisciplinaire

# Visibilité, rayonnement, interactions

## Manifestations

- PC Chair conférences et workshops
- Organisation d'événements à Nantes
  - EJCIM 2024 (environ 70 participants)
  - ~~EJCP 2020~~ (environ 50 participants)
  - Journées GT Vérif 2018 (environ 30 participants)
  - MOVEP 2014 (environ 50 participants)

## Expertise

- Steering committee GT Vérif du GDR IM
- Steering committee conférences et workshops
- Program committee
- Evaluations pour ANR / ANRT

## Thèses CIFRE

- En cours : Bio logbook
- Passées : PIXIEL, GFI, Startup Palace, SODIFRANCE

## Réseaux régionaux

- Conseil d'admin ADN Ouest

## Production scientifique

- 11 publiés 2022 (6J, 3C, 2W)
- Plusieurs J dans les tuyaux

# Stratégie de développement scientifique (1/2)

## Montée en puissance des applications Environnement/Santé

o 3 projets ANR en cours de montage

### SOCRATES

- Modèles + vérif forêt/climat/socio
- Resp WP : G.C.

### VERHYDYN (JCJC)

- Vérif systèmes hybrides + épidémio
- Porteur : G.C.

### FORESTIA

- Abstraction hybride de modèles différentiels (stat + NN). Application Forêt
- Porteur : B.D.

o 1 projet Fondation US Schmidt déposé (**Consortium TARA Océans**)

### MetricaMaris (12,5 M\$)

(Modèles océano + climat  
/ Algèbre de modèles)

- Fondation Schmidt
- **En cours d'évaluation**
- Resp WP : B.D.

o Débuts de travaux avec M. Magnin (MéForBio) + Poursuite Bio Logbook

- Vérification de propriétés dynamiques pour une famille de modèles hybrides.
- Application au contrôle des épidémies

- Fondements théoriques des datascares et développement d'une algèbre.
- Application à la dérive en médecine personnalisée.
- Applications sur des données océaniques (TARA + BGC Argo).

# Stratégie de développement scientifique (2/2)

## Maintien de l'activité sur les autres thématiques

o 1 projet d'ANR sur les logiciels hétérogènes

### Domain Specific Methods

- Caractérisation des abstractions
- Construction de théories de raffinement
- Porteur : C.A.

o Projet de logiciel / plateforme pour la paramétrisation de systèmes complexes

### Plug & Check

- Outil de modélisation et vérification générique
- Au service d'autres scientifiques
- Prototype en cours de développement

o 1 projet d'ANR sur la gestion de flottes de robots mobiles autonomes logistiques

### AMIRAL

- Reconfiguration dynamique / Agrégation
- Industriel impliqué : E-Cobot
- CPS3 + ROMAS + VELO
- POC sur la Smart Factory (CN)
- Resp WP : P.A.

# Développement et besoins RH

## Besoin de cadres E/C : 1 PR

Axe vérif pour l'environnement / la santé

- Départ à la retraite proche d'un PR
- Capacité d'encadrement (3 HDR pour 10 permanents)
- Potentiel départ d'un MC (HDR 2020)

## Besoin en ingénierie : 1 IR

- Développement de prototypes
- Passage à l'échelle / unification
- Suivi + Evolution

## Renforcement de l'axe théorique : 1 MC

Axe vérif pour l'environnement / la santé

- Beaucoup d'activité en prévision
- Applications Océan / Forêt / Santé
- Besoin de profils interdisciplinaires