



PROGRAMME  
DE RECHERCHE  
INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE

# Lancement du Programme de recherche (PEPR) en Intelligence artificielle

# 1. Présentation du PEPR Intelligence artificielle par les pilotes du programme

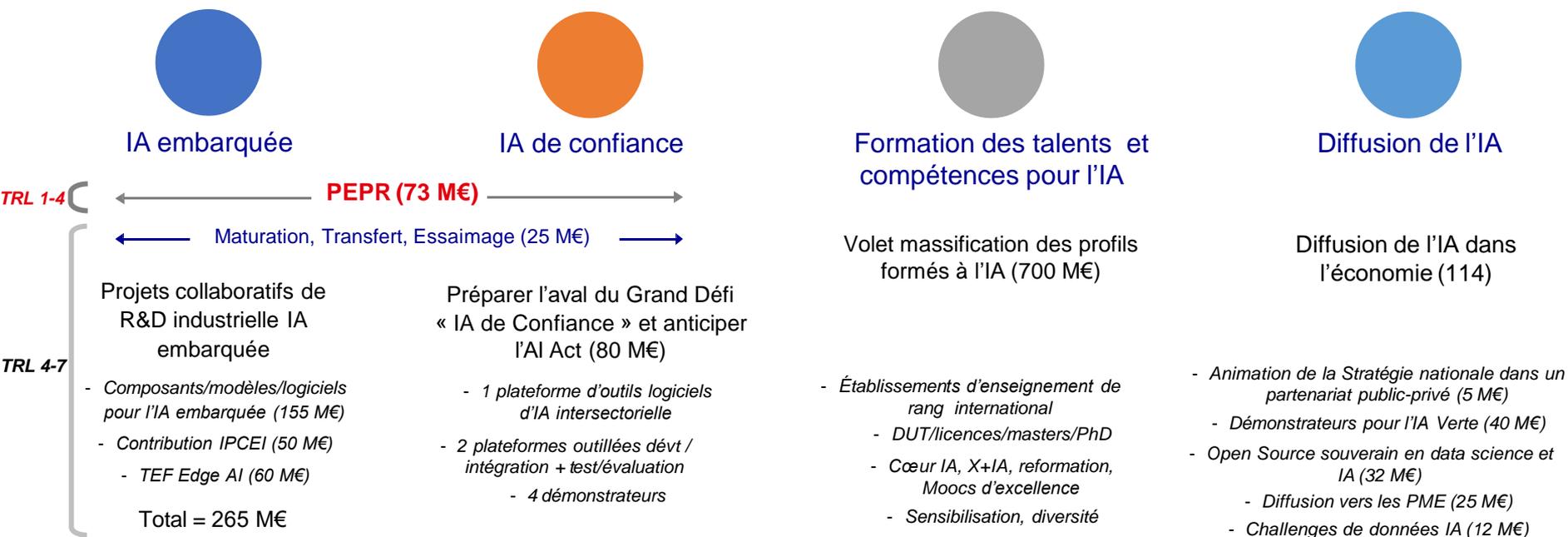
François Terrier, directeur de recherche, CEA, directeur de programme du PEPR IA

Jamal Atif, professeur à l'Université Paris-Dauphine - PSL, directeur de programme du PEPR IA, CNRS

Marc Schoenauer, directeur de recherche, Inria, directeur de programme du PEPR IA

# Les 4 axes de la stratégie d'accélération pour l'IA

Automne 2021



# Stratégie d'accélération pour l'IA, le PEPR IA

Accélérer la recherche pour préparer, soutenir et maîtriser le déploiement de l'IA dans la société

*14 décembre 2021: La lettre de mission*

73 M€

(TRL 1 à 4)

## Actions :

- Soutien à la recherche pour lever les verrous sur des fondements stratégiques
- Développer l'implication de l'école française de mathématiques
- Renforcer la politique d'attractivité de la France pour les talents en IA
- Favoriser l'implication de l'industrie française, et en particulier des startups

# Les priorités thématiques de la lettre de mission

- **IA embarquée** (composants et architectures électroniques, couches logicielles et interfaces composants-logiciels) et l'**IA frugale** (en données, en calcul, en énergie)
- **IA décentralisée** (complémentarités et alternatives avec le cloud) et l'**IA de confiance** (robustesse, vie privée, biais, explicabilité, (cyber)sécurité)
- **Fondements mathématiques de l'IA** de rupture, permettant de renforcer les interfaces entre l'IA et les mathématiques

# Instantané budgétaire

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Budget total :</b>                               | <b>73M€</b> |
| • Projets collaboratifs ciblés :                    | ~43 M€      |
| • Appels à projets complémentaires :                | ~13 M€      |
| • Chaires d'attractivité ( <i>Choose France</i> ) : | ~13 M€      |
| • Gouvernance et l'animation :                      | ~4 M€       |

# Les projets ciblés

## Objectifs

- *Cibler des ruptures au travers d'actions à fort impact*
- *Favoriser une dynamique nationale globale*

## Procédure

- *S'appuyer sur un comité d'experts indépendants*

*Francis Bach, Gabriel Peyré, Ian O'Connor, Frédéric Pétrot et Patrick Sayd*

- *Consulter largement les communautés, via les différentes structures*

*> 250 contributions (1/2 page)*

- Versions courtes au CSTP printemps 2022
- Versions longues à l'ANR mars-avril 2023

**→ Contractualisation fin 2023**

# Les projets ciblés

- **9 projets de recherche fondamentale sélectionnés**
- **Des projets collaboratifs**

## Multi-équipes et multi-disciplines

- Respectant un équilibre institutionnel et géographique

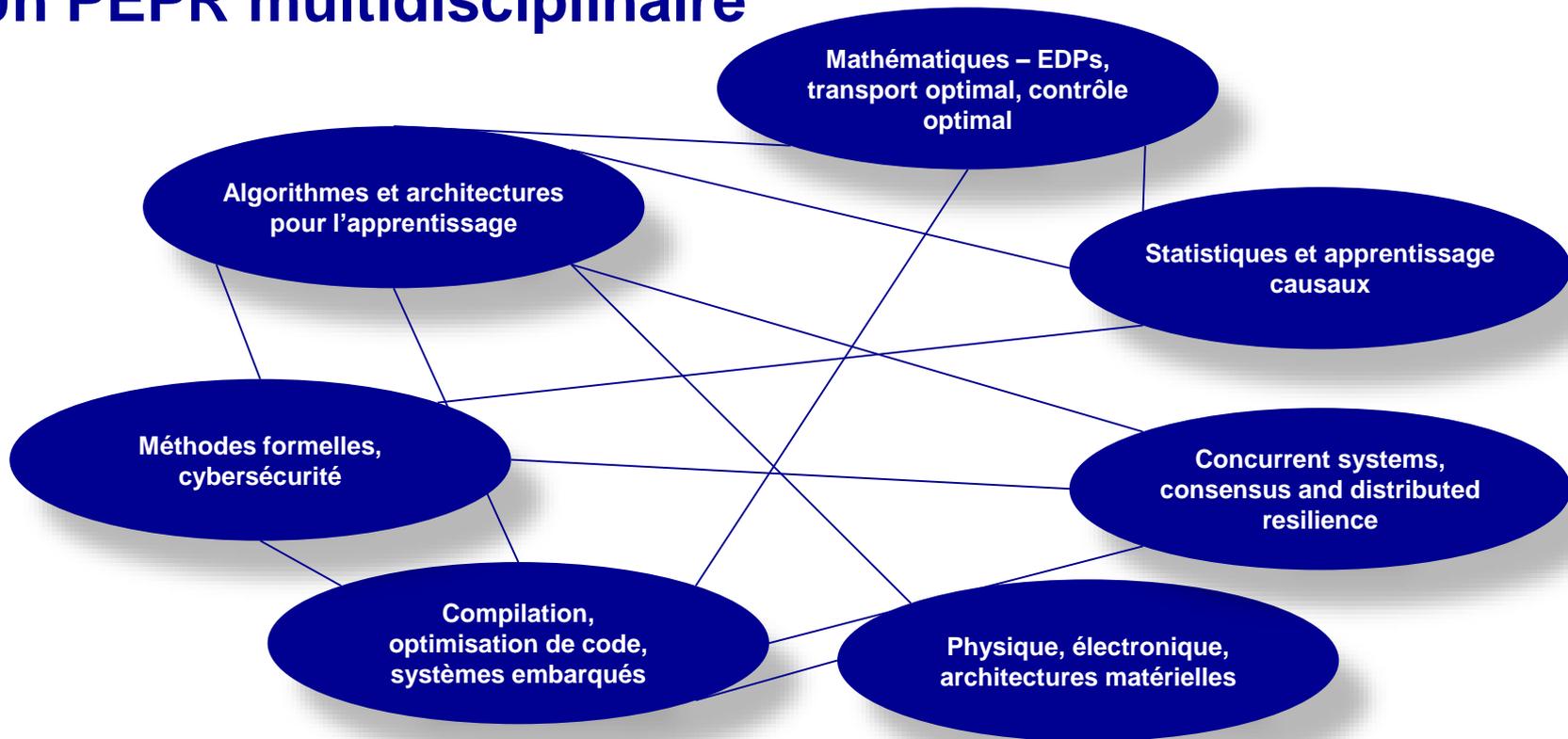
## Co-encadrement massif des recherches (thèses, post-doc, ingénieurs)

- 150 thèses prévues, dont la moitié co-encadrées

## Explicitation des actions de préparation de la valorisation

- Identification de fournitures logicielles
- Identification de plateformes d'intégration des résultats

# Un PEPR multidisciplinaire







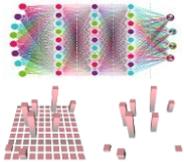
# Objectifs, verrous, ambitions des projets ciblés

## IA embarquée et IA frugale

Passer du « tout cloud » à l'embarqué :

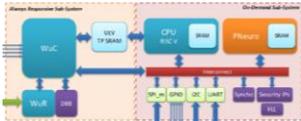
- Réduire les flots de communication
- Réduire la consommation énergétique
- Renforcer la confidentialité

Un enjeu à trois niveaux



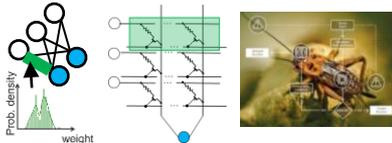
**Modèle et code**

**Objectif :** Développer de nouvelles techniques d'optimisation multi-critères des modèles et de la production du code embarqué



**Architectures**

**Objectif :** Adapter les architectures aux besoins multiples des calculs pour l'IA à base d'apprentissage machine



**Modèles de calcul**

**Objectif :** Intégrer de nouveaux modèles de calcul bas niveau qui assurent une basse consommation et haute performance calculatoire

# Objectifs, verrous, ambitions des projets ciblés

## IA frugale et IA de confiance

### Fondements algorithmiques de la frugalité

**Objectifs** : Concevoir des systèmes (pas forcément neuronaux) intrinsèquement frugaux

- Architectures spécifiques pour la frugalité de l'apprentissage et/ou vis-à-vis des données
- Prise en compte des connaissances a priori
- Frugalité et réutilisabilité des modèles génératifs (Foundation Models)

### Fondements de la robustesse et de la fiabilité en apprentissage

**Objectifs** : Développer un nouveau formalisme théorique de robustesse

- Face aux attaques, aux données corrompues
- En présence de changements de l'environnement
- Tout en préservant l'équité et la vie privée

# Objectifs, verrous, ambitions des projets ciblés

## IA décentralisée et IA de confiance

### IA décentralisée et fiable : un nouveau paradigme pour une IA durable

**Objectifs** : Au delà de l'apprentissage fédéré

- Développer une nouvelle génération d'approches décentralisées
- Résilientes aux fautes, robustes aux nouvelles attaques et préservant la vie privée

### Fondements d'une IA certifiée

**Objectifs** : Étendre les approches formelles aux systèmes basés sur l'IA

- Spécification et certification des modèles d'apprentissage
- Modèles et algorithmes certifiés par construction

### Fondements de la causalité

**Objectifs** : Théorique et algorithmes de modélisation causale

- En grande dimension et face à des confondeurs cachés
- Pour des prise de décision plus robustes et plus sûrs, mais également plus explicables

# Objectifs, verrous, ambitions des projets ciblés

## Mathématiques pour l'IA

**Objectifs** : Au-delà des aspects statistiques et optimisation,

- Utiliser les outils de l'analyse des EDPs, du transport optimal et du contrôle optimal
- Analyser la dynamique, les propriétés d'approximation et l'influence de l'architecture
- Concevoir des architecture résiduelles très profondes
- Analyser et échantillonner les modèles génératifs de très (très) grandes dimensions

**Motiver et structurer la communauté mathématique autour de ces sujets**

# Chaires d'attractivité (Choose France)

- Pour attirer et/ou retenir les meilleurs talents
- Capitaliser sur les expériences du CNRS et d'Inria
- Appels réguliers (2024-2025)
- Mise en place d'un comité de recherche
- En lien avec les thématiques du PEPR ou sur des sujets émergents
- Capitaliser sur le réseau de la communauté du PEPR
- Mise en place de procédures d'accueil (Welcome Desk)

# Appels à projets

## En cours

### Fondements mathématiques

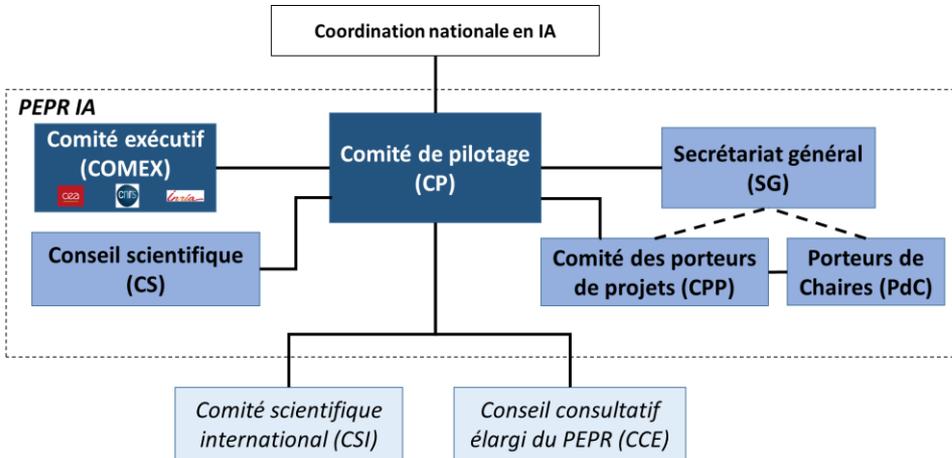
- **Mots clés** : modèles génératifs, théories des jeux, des graphes, des groupes, décompositions tensorielles, contrôle stochastique, champ moyen, systèmes dynamiques, géométrie, topologie
- **Thématique 1** : Mathématiques des modèles d'IA générative
- **Thématique 2** : Méthodes géométriques pour l'IA
- Toute autre thématique pertinente portée par un consortium reconnu

### Sciences humaines et sociales : impact de l'IA générative

- **Mots clés** : modèles génératifs, régulation, gouvernance, éthique, droit, géopolitique, modèle économique, sociologie
- **Thématiques** : futur du travail et modes d'organisation ; éthique et équité ; enjeux environnementaux ; droit de la création et propriété intellectuelle ; responsabilité légale ; nouveaux modèles économiques, régulation, réglementation, et moyens de mise en œuvre ; risques en cybersécurité ; implications géopolitiques

**A venir** : Sujets émergents à définir avec la stratégie nationale, le comité scientifique, l'ensemble de la communauté

# Gouvernance



- Suivi et gestion des projets et appels
- Construction des communautés
- Soutien à la valorisation  
(PMEs, Startups, GG, structures de valo)

# Evaluation

- Une **revue annuelle** des progrès des projets avec l'aide du CSI
  - Redirection des budgets possibles, suivant les règles de l'ANR
- **Critères d'évaluation standards** pour tous les projets France 2030

1. Publications

2. Brevets

3. Jeux de données déposés avec API

4. Logiciels déposés

5. Technologies issues des projets (TRLs)

6. Start-up

7. Financement externe

8. Projets soumis / retenus à l'ERC

9. Ressources humaines (#ETPs, diversity, gender balance, ...)

10. Formation

11. Doctorats

12. Post-doctorats

13. Projets transférés vers des programmes de Maturation /  
Prématuration (**PEPRs only**)

# Insertion dans l'écosystème

- **Coordination avec les structures existantes :**
  - Instituts 3IA et assimilés (Data-IA, SCAI, Hi ! Paris, futurs clusters)
  - Réseaux de recherche (ISIS, Madics, IA, Soc2, EcoInfo)
  - Plateformes SNIA : confiance.ai, deepgreen, scikit-learn
  - Ateliers et groupes de travail communs (par projet)
- **Journées annuelles du PEPR IA**
  - Ouvertes à toute la communauté
  - Avec des réunions satellites entre projets

# Insertion dans l'écosystème (II)

- **Implication de l'écosystème socio-économique**

- Favoriser la prise de contact les discussions bilatérales durant les journées du PEPR
- Mise en place d'un club de partenaires industriels
- Mise en place de challenges sur des jeux de données
- Journées de travail régulières avec les partenaires industriels

□ *Identification d'opportunité de contributions aux projets :*  
*ex. : co-financement de thèses complémentaires,*  
*suivi au fil de l'eau de l'avancement des travaux,*  
*proposition de cas d'usage et évaluation...*

# Vers la maturation de technologies de rupture

- **Interne aux projets**

- Production de logiciels et démonstrateurs pour prématuration
- Capitalisation des résultats sur des plateformes ouvertes :
  - Confiance.ai pour la confiance, DeepGreen pour l'embarqué
  - Architectures : briques (bibliothèques, démonstrateurs) pour faire évoluer les architectures et intégrer les composants des projets de la SA IA embarquée
  - Distribué et résilience : capitaliser sur des briques issues des systèmes distribués résilients et d'environnement dédiés à l'apprentissage fédératif

- **Transverses et externes**

- Ouverture vers différents acteurs publics et privés
- Ateliers ouverts pour créer des communautés fortes sur les thématiques

# Un PEPR adaptable dans un écosystème dynamique

**AI Act** (dévoilé avril 2021 - version finale janvier 2024 - devrait être adopté avril 2024)

- Interactions implicites avec l'axe IA de confiance □ Construire les bases et outils pour sa mise en œuvre
- Quel niveau de risque pour l'IA générative ? □ Appels à venir, liens SHS-IA

## Calcul pour l'IA et IA embarquée

- Explorer de nouvelles voies, traiter de la diversité des architectures et technologies

## IA Générative (médiatisation depuis fin 2022)

- Explicitement une cible de SHARP et PDE-AI, implicitement dans les projets *confiance*
- Les deux appels à venir (Math, SHS) intègrent explicitement le sujet

**S'appuyer sur l'excellence de l'écosystème de recherche pour identifier au plus tôt les nouvelles ruptures**

**Exploiter et renforcer l'outil des appels à projets**

# PEPR IA

**Une recherche structurante pour lever les verrous  
du déploiement de l'IA et mettre la France au premier plan sur**

- **La frugalité et l'embarqué,**
- **La confiance et le distribué,**
- **Les fondements mathématiques.**



PROGRAMME  
DE RECHERCHE  
INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE

Suivre nos actualités sur le  
site web du PEPR IA :  
[www.pepr-ia.fr](http://www.pepr-ia.fr)

