

Journée Ampère 200 ans

Le 5 octobre 2022 à Lyon

**Les mutations et les métiers
futurs du monde de l'électricité
pour une réindustrialisation
dans le développement durable**

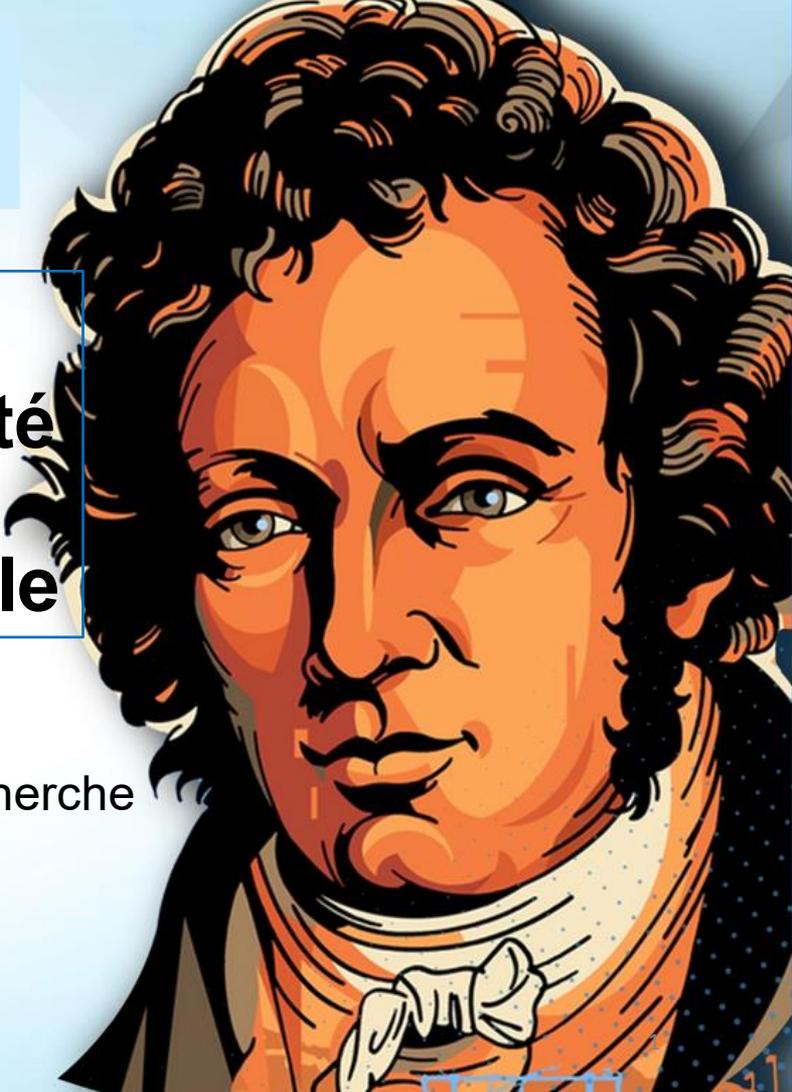
Sébastien CHEVALIER

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

www.ampere200ans.fr



25/09/2022





**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



LES MUTATIONS ET LES MÉTIERS FUTURS DU MONDE DE L'ÉLECTRICITÉ POUR UNE RÉINDUSTRIALISATION DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Sébastien Chevalier

Chef du service de la coordination des stratégies de l'enseignement supérieur et de la recherche

Journée Ampère 200 ans - Lyon le 5 octobre 2022



« Mettre à l'honneur Ampère, c'est redonner ses lettres de noblesse à l'électricité, qui est en perte de vitesse auprès des jeunes, alors même que la transition énergétique confère à ses métiers un sens et une ambition nouvelle, du laboratoire à l'usine ».

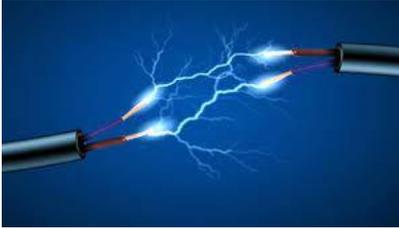
F. Vidal, 23 novembre 2020

Quelle image de l'électricité dans notre inconscient ?

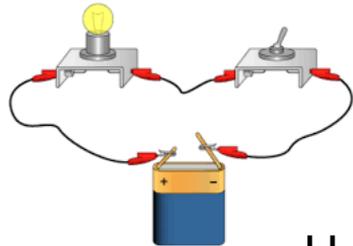




Quelle image de l'électricité dans notre inconscient ?

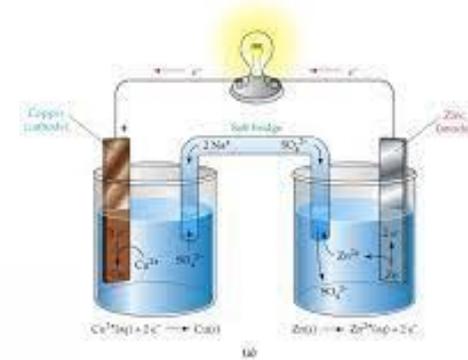


e^-

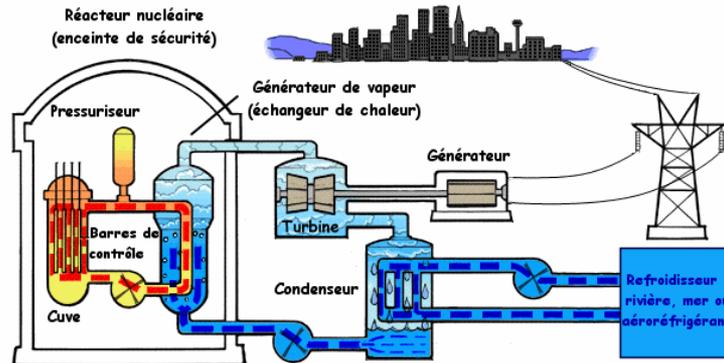


Circuit électrique

$$U=R.I$$



1B1



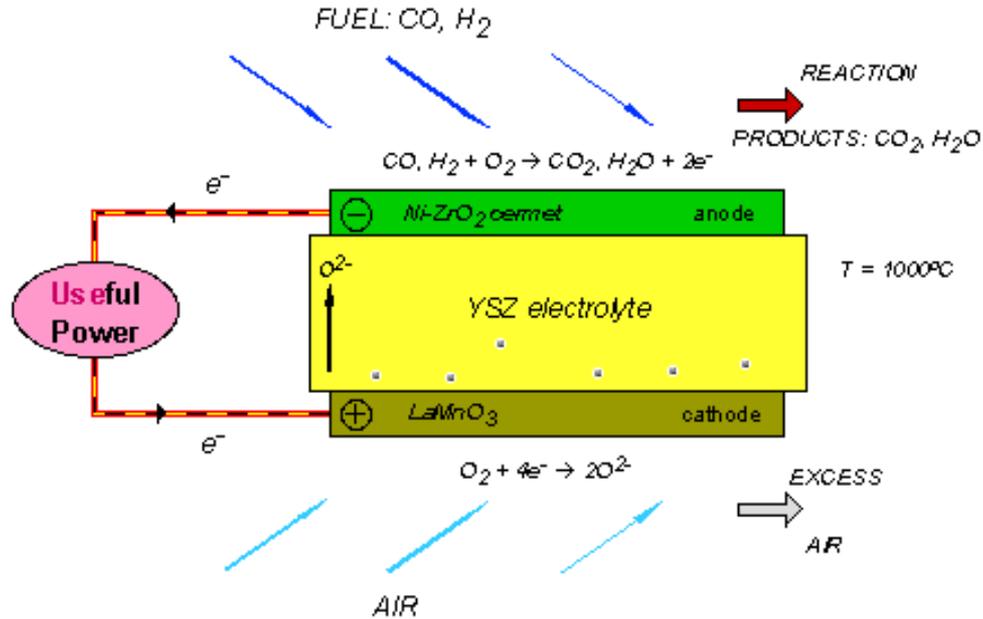
Énergie : un risque de pénurie d'électricité l'hiver prochain



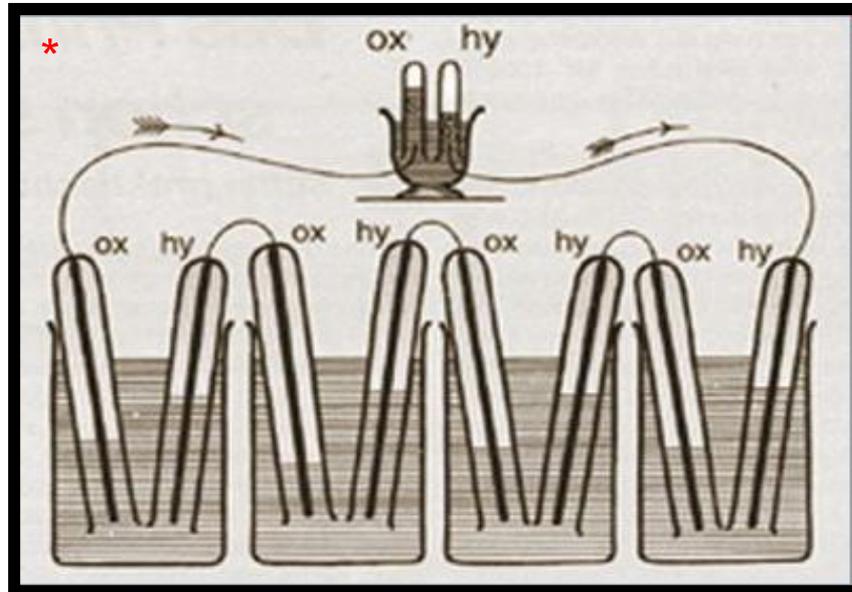
Publié le 27/07/2022 22:19 Mis à jour le 27/07/2022 23:20



Piles à combustible de type SOFC



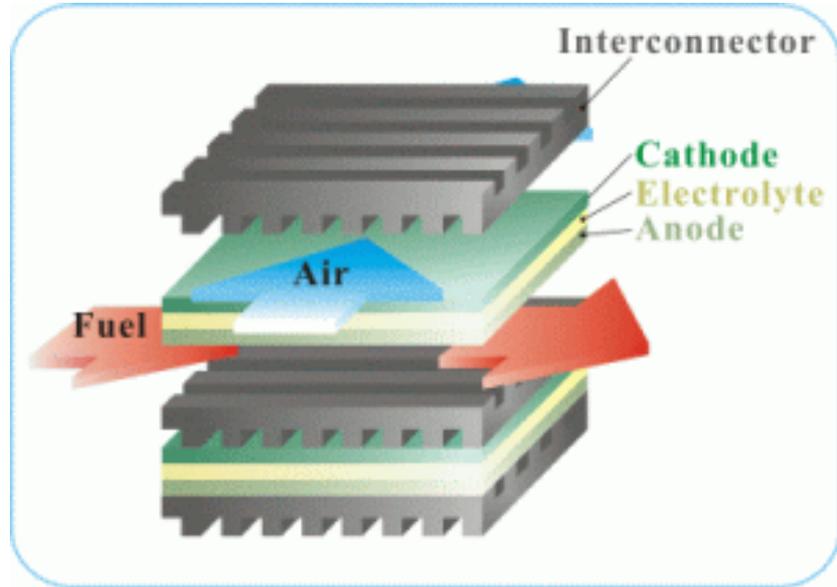
Fuel cells: an old process!



* W. R. Grove : Philosophical Magazine and Journal of Science, 15 (96) (1839)

Different types: AFC, PEMFC, PAFC, MCFC, SOFC

SOFC stack



Interconnect main fonctions:

- to separate anode and cathode environments
- to provide current to the cells

Criteria for interconnect:

- **low contact resistance** with the electrodes ($0.1 \Omega \cdot \text{cm}^2$ after 40 000h lifetime)
- **good oxidation resistance** in an oxygen rich atmosphere (anode side) and water vapour rich atmosphere (cathode side)
- to limit volatility of chromium species
- easy and cheap to fabricate



Electrolyseur à haute température : l'inverse d'une pile à combustible

Production d'hydrogène à partir d'eau, d'air et d'électricité !



Intermittence des éoliennes ou des champ photovoltaïques pour produire de l'hydrogène « vert » et l'utiliser au plus près des besoins !



Nouveaux usages, nouveaux métiers, nouvelles compétences



Nouvelles formations !



Les leviers pour le MESR

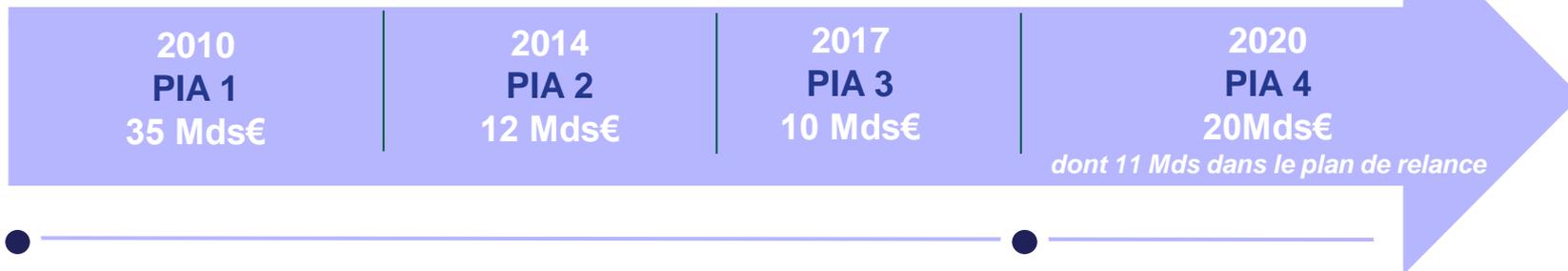
- Dialogues contractuels
- Dialogues stratégiques de gestion
- Contrats d'**Objectifs de Moyens et de Performance**
- Programmes investissement d'avenir-**France 2030**



LE PROGRAMME D'INVESTISSEMENT D'AVENIR

« 10 ans après son lancement, le PIA a permis d'enclencher des transformations majeures de notre pays et de renforcer le potentiel de recherche et d'innovation de la France »

Rapport d'évaluation du PIA (décembre 2019)



19 novembre 2009

Remise du rapport Juppé-Rocard
« *Investir pour l'avenir* »

19 décembre 2019

Remise du **rapport d'évaluation du PIA**
rapport Barbizet

FRANCE



La France de demain
commence aujourd'hui.



L'impact du Plan France 2030

10 objectifs-5 leviers et 34 Mds€ supplémentaires (54 Mds€ au total) pour une stratégie d'innovations de rupture :

Mieux produire

- faire émerger en France des réacteurs nucléaires de petite taille (SMR) d'ici à 2035 ;
- devenir le leader de l'hydrogène vert en 2030 ;
- décarboner notre industrie
- produire près de 2 millions de véhicules électriques et hybrides ;
- produire en France, d'ici à 2030, le premier avion bas-carbone.

Mieux vivre

- investir dans une alimentation saine, durable et traçable ;
- produire au minimum 20 biomédicaments contre les cancers, les maladies chroniques, dont celles liées à l'âge, et créer les dispositifs médicaux de demain ;
- placer la France en tête de la production des contenus culturels et créatifs.

Mieux comprendre

- prendre « toute notre part » à la nouvelle aventure spatiale ;
- investir dans le champ des fonds marins.





FRANCE 2030 : 34 Md€ pour investir dans 10 objectifs et 5 leviers, dans une approche cohérente et sélective

DIX OBJECTIFS DE FRANCE 2030	Nucléaire	1
	Hydrogène décarboné et ENR	2,3
	Décarbonation de l'industrie	5
	Premier avion bas-carbone	1,2
	2 millions de véhicules électriques et hybrides	2,6
	Alimentation saine, durable et traçable	1,5
	Santé: 20 bio-médicaments et dispositifs médicaux innovants	2,9
	Contenus culturels et créatifs	0,6
	Nouvelle aventure spatiale	1,6
	Grands fonds marins	0,3

CINQ CONDITIONS	Matières premières	2
	Electronique, robotique et machines intelligentes	5,5
	Formations de demain	2,5
	Stratégies numériques	PIA4
	Capital-Innovation de rupture, start-ups industrielles et accélération de la croissance	5

Les comités de pilotage ministériels

Production d'énergie décarbonée

Objets France 2030 et Stratégies PIA



- **Nucléaire** (SA nucléaire + poursuite du SMR et réacteurs nucléaires innovants)
- **ENR** (SA « Technologies avancées pour les systèmes énergétiques » - TASE + industrialisation des ENR)

MTE – MIND

Personnalités qualifiées



- Julien MARCHAL (compagnie du Rhône)
- Laurence PIQUETTI (Administratrice générale adjointe du CEA)
- Thomas VEYRENC (directeur de la stratégie de RTE)
- Christopher FRANQUET, ENTECH
- Sylvie JEHANNO, Dalkia
- Sophie PATURLE-GUESNEROT, Demeter

FINANCEMENT GLOBAL : ≈ 2,1 Md€



Décarbonation et hydrogène

Objets France 2030 et Stratégies PIA



- Stratégie « Hydrogène décarboné »
- Stratégie « Décarbonation de l'industrie »
- Partie Hydrogène de la ligne « stockage et production d'énergie »
- Acier, chimie, ciment verts

MTE – MIND

Personnalités qualifiées



- Benoît POTIER, Air Liquide
- Nicolas BERGHMANS, IDDRI
- Julia REINAUD, Breakthrough Energy
- Diego PAVIA, Innoenergy
- Florence LAMBERT, GENVIA
- Luc BENOIT-CATTIN, Arkema
- Claire WAYSAND, Engie

FINANCEMENT GLOBAL : ≈ 8,2 Md€



Matériaux durables

Objets France 2030 et Stratégies PIA

- Stratégie « Recyclabilité, recyclage et réincorporation des matériaux »
- Stratégie « Produits biosourcés et biotechnologies, carburants durables (partie hors carburant durable) »
- ▪ Stratégie « Ville durable et bâtiments innovants »
- Plastique 100% recyclé et matériaux biosourcés
- Métaux critiques durables

MTE – MIND Personnalités qualifiées

- Olivier ROLLAND, TWB
- Christel BORIES, ERAMET
- Anne LE GUENNEC, Veolia
- Emmanuelle PERDRIX, HYLEANCE
- Géraldine POIVERT, The (RE)SET company
- Benoit THIROUARD, IFPEN
- Jacques VERNIER
- Philippe VARIN

FINANCEMENT GLOBAL : ≈ 2,4 Md€ 

Transports

Objets France 2030 et Stratégies PIA

- ▪ Stratégie « Digitalisation et décarbonation des mobilités »
- ▪ Stratégie « Batteries V2 »
- ▪ Véhicules connectés zéro émission
- ▪ Avion bas carbone
- Partie carburant durable de la stratégie « Produits biosourcés et biotechnologies, carburants durables »

MT – MIND Personnalités qualifiées

- Guillaume DEVAUCHELLE, Industriel
- Cathie VIX-GUTERL, TotalEnergies
- Jean Christophe VIGUIE, IFPEN
- Romain RAVAUD, Whylot
- Bruno EVEN, CORAC, Airbus Helicopters
- Clémentine GALLET, Coriolis Composites

FINANCEMENT GLOBAL : ≈ 4,9 Md€ 

Les comités de pilotage ministériels

Agriculture, agroalimentaire

Objets France 2030 et Stratégies PIA

- Stratégie « Alimentation durable et favorable à la santé »
- Stratégie « Systèmes agricoles durables et équipements pour la TE »
- Fermes du futur, entrepreneurs du vivant
- Bois de construction

MAA – MTE – MIND Personnalités qualifiées

- Christophe AUBE, AGREENCULTURE, Rob agri
- Marion GUILLOU, Haut Conseil pour le Climat, INRAE
- Aude GUO, Innovafeed
- Christophe MATHIEU, FCBA
- Olivier CLANCHIN, Triballat Noyal
- Christophe BARNOUIN, Ecotone
- Sophie DUBUISSON-QUELLIER, Haut Conseil pour le Climat

FINANCEMENT GLOBAL : ≈ 2,8 Md€



Santé

Objets France 2030 et stratégies PIA

- Stratégie « Santé numérique »
- Stratégie « Biothérapies et bioproduction de thérapies innovantes »
- Maladies infectieuses (ré)émergentes et menaces NRBC
- 20 biomédicaments
- DM numériques innovants

MSS – MIND – MESRI Personnalités qualifiées

- Olivier BOGILLOT, Sanofi France
- Christine CLERICI, Université de Paris
- Agnès AUDIER, BGC
- Thomas LOMBES, INSERM
- Franck MOUTHON, France Biotech - Theranexus
- Eric VIBERT, AP-HP
- Florence FAVREL-FEUILLADE, CHRU Brest

FINANCEMENT GLOBAL : 5 Md€



Spatial

Objets France 2030 et stratégies PIA

- Lanceurs réutilisables et nano-satellites

MEFR- MESRI -MinARM

Personnalités qualifiées

- Ane Aanesland, co-fondatrice et CEO, ThrustMe
- Stéphane Andrieux, haut conseiller, Onera, membre de l'Académie des Technologies, professeur à l'Ecole des Ponts ParisTech
- Magali Vaissière, présidente, IRT Saint Exupéry
- François Chopard, fondateur et CEO, Starburst
- Antoine de Chassy, co-fondateur et président, Loft Orbital
- Yvan-Michel Ehkirch, partner, Karista
- Jean-Marc Nasr, président de la Commission espace du GIFAS

FINANCEMENT GLOBAL : 1,6 Md€ 

Fonds marins

Objets France 2030 et stratégies PIA

- Grands fonds marins

MM – MIND – MESRI

Personnalités qualifiées

- Thomas BURET, iXblue
- Valérie CHAVAGNAC, CNRS
- Christian DUGUÉ, Direction Générale à l'armement
- François LALLIER, Sorbonne Université
- Bernard ROGEL, Amiral (2S) Académie de marine
- Carine TRAMIER, Présidente du CORIMER

FINANCEMENT GLOBAL : 0,3 Md€ 

Les comités de pilotage ministériels

Electronique et robotique

Objets France 2030 et stratégies PIA



- Stratégie d'accélération « Electronique »
- Puces électroniques
- Robots industriels

MIND – SENUM

Personnalités qualifiées



- Vincent BEDOUIN, Lacroix
- Sophie CAHEN, Ganymed Robotics
- Julie GROLLIER, CNRS
- Joël HARTMANN, Industriel
- Philippe HERBERT, Investisseur
- Nicolas SIMON, Wandercraft

FINANCEMENT GLOBAL : 6,2 Md€



Numérique

Objets France 2030 et stratégies PIA



- Stratégie « Quantique »
- Stratégie « Cybersécurité »
- Stratégie « 5G »
- Stratégie « Cloud »
- Stratégie « Intelligence artificielle »
- Stratégie « Verdissement du numérique »

SENUM - MESRI

Personnalités qualifiées



- Anne BOUVEROT, Technicolor, Institut Montaigne
- Olivier EZRATTY, Consultant, auteur
- David GURLÉ, ex Symphony
- Luc JULIA, Software République
- Eric LABAYE, Institut Polytechnique de Paris
- Catherine LAMBERT, CERFACS

FINANCEMENT GLOBAL : 2,7 Md€



Les comités de pilotage ministériels

Culture

Objets France 2030 et stratégies PIA

- Stratégie « Industries culturelles et créatives »
- Objet ICC

MC Personnalités qualifiées Création : à caler

- Marc TESSIER, Forum des Images
- Denis LADEGAILLERIE, Believe Digital
- Michel REILHAC, Biennale de Venise
- Sylvie CORRÉARD, Arts Décoratifs
- Jean-Michel JARRE, Auteur-compositeur-interprète
- Laurence LE NY, Orange
- Catherine PEYROT, LINCC

FINANCEMENT GLOBAL : 1 Md€ 

Formation et enseignement

Objets France 2030 et Stratégies PIA

- Stratégie « enseignement et numérique »
- Compétences et métiers d'avenir
- Pôles d'excellence en intelligence artificielle

MESRI – MENJS – MTEI Personnalités qualifiées

- Suzanne BERGER, MIT
- Alain CADIX, Académie des technologies
- Antoine FREROT, Véolia, Institut de l'entreprise
- Jean-Marc GAMBAUDO, Université de la Côte d'Azur
- Antoine HUBERT, Ynsect
- Sophie VIGER, Ecole 42

FINANCEMENT GLOBAL : 3,3 Md€ 



Appel à Manifestation d'Intérêt – Compétences et Métiers d'Avenir

2 volets pour répondre :

Diagnostics emplois-compétences pour contribuer au déploiement d'une ou plusieurs stratégies : qualifier les besoins de formation

Dispositifs de formation pour répondre aux besoins en compétences : développer les dispositifs de formation pour accompagner une ou plusieurs stratégies nationales

2,5
Md€

sur le volet formation

1^{ère} levée le 24 février 2022

2nde levée le 5 juillet 2022

3^{ème} levée le 2 novembre 2022



La première levée de l'AMI s'est terminée le 24 février :

-**23 projets** éligibles sur le volet « **diagnostic** »

-**50 projets** sur le volet « **formation** »

Dont :

-**Quantique** : QuanTEdu-France. L'UGA fédère 21 établissements académiques, en y associant les acteurs industriels, pour répondre aux objectifs fixés par la stratégie nationale, **montant 56 M€**,

-**Intelligence Artificielle** : 7 projets pour un **montant de 86 M€**,

-**Santé numérique** : 8 préfigurateurs retenus pour un **montant de 25 M€**.

66 projets pour un total de 304 M€.

La seconde levée s'est clôturée le 5 juillet (résultats en octobre)





Les besoins en formation d'ici à 2030 :

	Bac Pro	FTLV	Licence/BUT	Master	Doctorat
Hydrogène	4000	4000	2000	2000	200
Nucléaire	2500	4000	1000	4000	250
Batterie	5000	10000	2500	1500	200





Les besoins en formation d'ici à 2030 :

	Bac Pro	FTLV	Licence/BUT	Master	Doctorat
Hydrogène	4000	4000	2000	2000	200
Nucléaire	2500	4000	1000	4000	250
Batterie	5000	10000	2500	1500	200



Attractivité !!!!!



**MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

sebastien.chevalier@enseignementsup.gouv.fr

Journée Ampère 200 ans - Lyon le 5 octobre 2022