ACADÉMIE
POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ CHOISI PARTAGÉ DES TECHNOLOGIES

# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2020 / *PERSPECTIVES 2021*

**334 MEMBRES DE L'ACADEMIE DES TECHNOLOGIES • 31 DÉCEMBRE 2020 • 213 TITULAIRES** • LAURENT ALEXANDRE • RENÉ AMALBERTI • JEAN-CLAUDE ANDRÉ • STÉPHANE ANDRIEUX • OLIVIER APPERT • HERVÉ ARDITTY • DIANE D'ARRAS • HERVÉ ARRIBART • ALAIN ASPECT • ANDRÉ AURENGO • SIGRID AVRILLIER • YVES BAMBERGER • BERNARD BARBIER • ANTHONY BÉCHU • VÉRONIQUE BELLON-MAUREL • CLAUDE BENCHIMOL • ERIC BENHAMOU • BERNADETTE BENSAUDE-VINCENT • ALBERT BENVENISTE • GENEVIÈVE BERGER • ALAIN BERNARD • GÉRARD BERRY • FRANÇOIS BERTIÈRE • GUY BERTRAND • OLIVIER BOHUON • PATRICK BOISSIER • CHRISTIAN DE BOISSIEU • THIERRY BONHOMME • EDWIGE BONNEVIE • JEAN BOTTI • FRANÇOIS BOURDONCLE • CHRISTIAN BRÉANT • CATHERINE BRÉCHIGNAC • THIERRY BRETON • JACQUES BRINGER • GÉRALD BRONNER • PATRICK BUFFET • ALAIN CADIX • SÉBASTIEN CANDEL • YVES CARISTAN • PATRICK CARON • ERIC CARREEL • YVES CASEAU • LAURENT CASTAING • JEAN-LOU CHAMEAU • BERNARD CHARLÈS • EMMANUELLE CHARPENTIER • JEAN-MICHEL CHARPIN • JEAN-PIERRE CHEVALIER • BERNARD CHEVASSUS-AU-LOUIS • DENIS CLODIC • LAURENT COHEN-TANUGI • CHRISTIAN COLLETTE • JEAN-PIERRE COUDREUSE • MICHEL COURTOIS • PATRICK COUVREUR • GÉRARD CREUZET • NICOLAS CURIEN • BARBARA DALIBARD • LAURENCE DANON-ARNAUD • ALICE DAUTRY • ALAIN DELPUECH • BARBARA DEMENEIX • PATRICE DESMAREST • CHRISTIAN DESMOULINS • GUILLAUME DEVAUCHELLE • JEAN-JACQUES DORDAIN • BRUNO DUBOST • ESTHER DUFLO • DAVID EDWARDS • MARKO ERMAN • YANNICK D'ESCATHA • JEAN-LOUIS ETIENNE • DIDIER EVRARD • FRANÇOIS EWALD • OLIVIER FAUGERAS • DANIEL FAVRAT • DOMINIQUE FERRIOT • MARC FLORETTE • ANNE FLÜRY-HÉRARD • JEAN-FRANÇOIS FOUNTAINE • PASCAL FOURNIER • PAUL FRIEDEL • JACQUES GAILLARD • ALICE GAST • GABRIELLE GAUTHEY • CORINNE GENDRON • MARC GIGET • PIERRE-NOËL GIRAUD • MICHEL GODET • THOMAS GRENON • GÉRARD GRUNBLATT • MARION GUILLOU • CLAUDIE HAIGNERÉ • ZHONG CHAO HAN • PIERRE HAREN • JOËL HARTMANN • ARMAND HATCHUEL • MARC HIMBERT • JEAN-JACQUES HIS • OLIVIER HOUDÉ • FRANÇOIS HOULLIER • JEAN-CHARLES HOURCADE • PHILIPPE JAMET • BRUNO JARRY • PATRICK JOHNSON • PIERRE-BENOÎT JOLY • LUC JULIA • FRANÇOIS KEPES • ABDERRAHMANE KHEDDAR • ETIENNE KLEIN • GEORGES LABROYE • SUZANNE LACASSE • CATHERINE LAMBERT • CATHERINE LANGLAIS • MICHEL LAROCHE • NORBERT LARTIGUE • JEAN-PAUL LAUMOND • DENIS LE BIHAN • BRUNO LE STRADIC • JEAN-BAPTISTE LEBLOND • JACQUES LECLAIRE • JACQUELINE LECOURTIER • PATRICK LEDERMANN • NOËLLE LENOIR • MANOELLE LEPOUTRE • FRANÇIS LEVI • YVES LEVI • PIERRE-LOUIS LIONS • JIAN LU • DENIS LUCQUIN • HERVÉ MACHENAUD • PATRICK MAESTRO • THIERRY MAGNIN • YVES MAIGNE • LAURENT MALIER • YVES MALIER • STÉPHANE MALLAT • JACQUES MARESCAUX • VICTOIRE DE MARGERIE • CLAIRE MARTIN • MANUEL MARTIN-NEIRA • VALÉRIE MASSON-DELMOTTE • MICHAEL MATLOSZ • OLIVIER MAUREL • VALÉRIE MAZZA • BERTRAND MEYER • MARIE MEYNADIER • CHRISTOPHE MIDLER • JEAN-CLAUDE MILLET • JEAN-FRANÇOIS MINSTER • JEAN-LUC MOLINER • PIERRE MONSAN • PASCAL MORAND • ISABELLE MORETTI • MARC MORTUREUX • SOPHIE MOUGARD • FRANÇOIS MUDRY • CLAUDE NAHON • HÉLÈNE OLIVIER-BOURBIGOU • MICHÈLE PAPPALARDO • ÉLISABETH PATÉ-CORNELL • GÉRARD PAYEN• ALAIN PECKER • PATRICK PELATA • PASCAL PELLAN •

**Fondée en 2000, l'Académie des technologies rassemble 334 académiciennes et académiciens, dont quatre prix Nobel,** tous expertes et experts dans leurs domaines respectifs et issus d'horizons très divers : monde de la recherche industrielle et académique, économistes, sociologues, architectes, médecins… Elle analyse les opportunités et les risques liés aux nouvelles technologies et s'engage à améliorer l'attractivité des métiers technologiques, en particulier auprès des jeunes et des femmes. L'Académie émet des propositions et des recommandations auprès des pouvoirs publics, des acteurs socio-économiques et des citoyens pour une meilleure exploitation des technologies au service des hommes, en accord avec sa devise : *Pour un progrès raisonné, choisi et partagé*.

*2000*

L'Académie des technologies est créée sous forme d'association.

*2007*

Elle devient un établissement public administratif.

*2013*

Elle est placée sous la protection du président de la République.

# TEMPS FORTS 2020

## JANVIER

- Perspectives du photovoltaïque à l'horizon 2030. Séance organisée par Jean-François Minster.
- ADN : lire, écrire, stocker l'information. Séance organisée par François Képès.

## FÉVRIER

- Attractivité des métiers, attractivité des territoires : des défis pour l'industrie (rapport).
- *Big Data* : et l'éthique dans tout ça ? (rapport)
- Sept membres de l'Académie des technologies siègent au nouveau conseil scientifique de l'Opecst.

## MARS

- Avis de l'Académie des technologies sur la stratégie nationale bas carbone (SNBC) et sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE).

## AVRIL

- Présence et activité du coronavirus SARS-CoV-2 dans les eaux usées (avis).

- Pour une circulation vertueuse des données (avis).
- Crise de la Covid-19 – accélérer la transformation numérique : pour une France plus agile et moins dépendante (avis).

## MAI

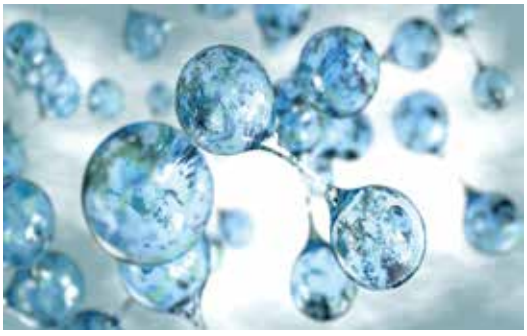
- La fabrication additive : opportunité, nécessité ? Séance organisée par Alain Bernard.

## JUIN

- Crise de la Covid : les plateformes, un enjeu pour une France plus agile et moins dépendante (avis).

## JUILLET

- Prix Jean Jerphagnon 2019 & Rendez-vous optique-photonique pour l'industrie du futur.
- Rôle de l'hydrogène dans une économie décarbonée (rapport).



## SEPTEMBRE

- Retour d'expérience de la gestion des grands projets. Rapport commun de l'Académie des technologies et de l'Académie de l'air et de l'espace.

## OCTOBRE

- Le 7 octobre 2020, le Prix Nobel de chimie a été remis à la Française Emmanuelle Charpentier, membre de l'Académie des technologies et à l'Américaine Jennifer A. Doudna pour l'outil d'édition du génome CRISPR-Cas9.

- Électricité, Hydrogène et biogaz : quelles solutions énergétiques pour la mobilité durable de demain ? (forum en ligne).
- Colloque ADN, polymères et *Big Data*, en partenariat avec le CNRS.
- Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN (rapport).
- Interfaces cerveau-machine : essais d'applications médicales, technologie et questions éthiques. Rapport commun avec l'Académie de médecine.
- Prix Irène Joliot Curie.

## NOVEMBRE

- Colloque interfaces cerveau-machine en partenariat avec le CNRS.
- Pour une infrastructure européenne des données : l'Académie des technologies salue l'accélération donnée au projet européen de « *cloud* » (communiqué).
- Un hold up sur la science. Communiqué commun des Académies des sciences, de médecine, de pharmacie et des technologies.
- Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens. Rapport commun avec l'Académie des sciences.

## DÉCEMBRE

- Cérémonie de remise des Prix Paul Caseau.
- Dix questions sur les semences.
- Premier comité de pilotage du French GAIA-X Hub.
- L'Académie des technologies s'installe au Ponant, Paris 15e.

# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2020 / *PERSPECTIVE 2021*

## SOMMAIRE


ÉDITORIAL DU PRÉSIDENT 6

TRAVAUX ACADÉMIQUES 8

FRANCE & INTERNATIONAL 22

VEILLE, DIFFUSION & COMMUNICATION 28

ORGANISATION ET GOUVERNANCE 38



Directeur de publication : Pascal Viginier, président de l'Académie des technologies

Édition : Catherine Côme

Création, exécution : Benjamin de la Salle

Impression : Jouve

Crédits Photos : © Istock

Photos Le Ponant © Flick'r Philippe Milbault

*TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET CRISE SANITAIRE*

# LES TECHNOLOGIES, FACTEUR DE RÉSILIENCE

Pour le monde entier, l'Europe, 2020 a été marquée par une crise sanitaire et économique sans précédent. La France, parmi les pays européens les plus touchés, a fait de la santé de ses citoyens une priorité. Elle a également, en liaison avec la Communauté Européenne, mis en œuvre un plan de relance d'une ampleur inédite pour soutenir son économie tout en en accélérant la transformation vers une économie moins carbonée, plus résiliente, et plus souveraine.

Cette crise a souligné, et parfois amplifié, le rôle de la technologie dans le fonctionnement de notre société, en particulier dans le domaine numérique : télétravail, téléconsultation médicale, e-commerce en sont les exemples les plus visibles. Paradoxalement, elle a accéléré notre trajectoire de neutralité carbone du fait des restrictions dans le transport, et nous a fait prendre conscience de la fragilité de nos sociétés et de l'importance des risques climatique et écologique.

Les liens entre la quatrième révolution industrielle et la transition climatique sont ainsi sortis renforcés par cette crise et certains pays, comme les États-Unis, reviennent dans l'accord de la COP21.

Les technologies du vivant ont bien entendu été au cœur d'une course à la connaissance du virus, à sa compréhension et à la modélisation de l'épidémie, course dans laquelle la coopération internationale a été intense et cruciale. Soulignons que c'est une rupture technologique majeure, issue de travaux de recherche publics et privés, qui a permis de mettre au point un vaccin moins d'un an après l'apparition d'un virus ; et que la « coopétition », mélange de coopération et de compétition, est actuellement en œuvre pour produire ces vaccins aux cadences nécessaires pour endiguer l'épidémie.

La France garde beaucoup d'atouts pour développer une économie et des emplois d'avenir. Bien que trop de secteurs d'activité aient beaucoup souffert de la crise sanitaire, de nombreuses entreprises françaises leaders mondiaux ont fait de la lutte contre le réchauffement climatique une opportunité de développement responsable, un choix confirmé par cette crise.

L'Europe accélère son *Green Deal* (-55 % de $CO_2$ dès 2030) pour en faire un avantage économique, et accélère sa souveraineté industrielle et numérique. Le commissaire européen pour le marché intérieur, Thierry Breton, membre de notre Académie, est particulièrement actif : dans le numérique, l'adoption d'un *Digital Act* et l'hébergement souverain de données avec le projet Gaia-X sont autant de réponses à un nécessaire rebond européen. L'Académie des technologies est, avec d'autres partenaires auprès du Cigref, impliquée dans l'organisation et la gouvernance du French GAIA-X Hub chargé de fédérer les différentes parties prenantes de cette initiative. Dans le

domaine de l'énergie, après une nouvelle filière européenne de batteries, un plan ambitieux dans l'hydrogène se dessine.

S'agissant de notre Académie, certaines activités ont bien sûr été ralenties par la crise de la Covid ou différées en 2021, mais beaucoup se sont poursuivies à distance, parfois à un rythme plus soutenu, comme les séances thématiques. L'année 2020 a ainsi été très intense en travaux académiques et coopérations.

Nos prises de position sur la détection de la Covid dans les eaux usées, sur le potentiel et les défis à surmonter dans la filière hydrogène, sur le stockage de l'information dans l'ADN et sur l'importance des objectifs du développement durable (ODD) comme grille de lecture des politiques publiques sont des exemples marquants de nos travaux 2020.

Nous avons également eu une contribution particulièrement active sur la loi de programmation pluriannuelle de la recherche et les états-généraux du numérique pour l'éducation. Nous avons également mené de nombreux travaux communs avec les Académies des sciences, de médecine, d'agriculture et des sciences morales et politiques sur la Covid, les *Fake news*, la formation scientifique et technologique ou l'intelligence artificielle.

Enfin, 2020 a marqué le 20e anniversaire de notre jeune Académie, née à l'aube de ce nouveau millénaire. La crise ne nous aura pas permis de célébrer ce jalon important. Nous avons toutefois souhaité, en ce vingtième anniversaire, rajeunir notre identité visuelle et nous doter d'un nouveau logo et de sa déclinaison pour notre présence dans les réseaux sociaux.

Nos priorités pour 2021 s'inscrivent dans la continuité de notre stratégie.

Tout d'abord, apporter via nos travaux un éclairage sur les technologies à fort impact sur la société française, et sur les transformations qu'elles induisent.

ODD, agenda économique et législatif en France et en Europe, transformation de l'industrie, attentes des citoyens guideront nos choix de thèmes de travail. Nous veillerons à ce que nos travaux, rapports et recommandations irriguent plus largement le grand public, notamment avec la création de formats adaptés.

Ensuite, contribuer à améliorer l'intérêt pour les technologies et l'attractivité des métiers technologiques

Notre Académie est soucieuse de promouvoir la formation et l'éducation aux technologies. Elle participe notamment à des actions en région, avec la Fondation La main à la pâte et, désormais, avec les Maisons pour la science. Elle poursuivra également, et amplifiera, les actions qui se sont engagées en 2020 pour promouvoir la technologie auprès des jeunes publics, et pour améliorer la présence et la visibilité des femmes dans les domaines technologiques.

Dans le monde économique, une des forces reconnues de notre Académie est sa connexion avec les entreprises. En 2021 le Cénacle de l'Académie, composé de chefs d'entreprises et placé sous la présidence de Jean-Pierre Raffarin, va renforcer ses activités et augmenter le nombre de ses membres.

À l'international, nous poursuivrons notre soutien à Euro-CASE et continuerons à fournir des experts pour les études de SAPEA dont les travaux au profit de la Commission européenne sont reconnus pour leur qualité. Nous allons également établir une relation suivie avec les élus français du Parlement européen et avec les parlementaires français. Nous maintiendrons des relations bilatérales privilégiées avec l'Allemagne et la Suède, et, malgré le Brexit, avec la Grande-Bretagne.

Notre institution organisera en liaison avec le Quai d'Orsay et l'Association Française de Développement, le programme des « Frontières de l'ingénierie » qui auront lieu fin avril à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

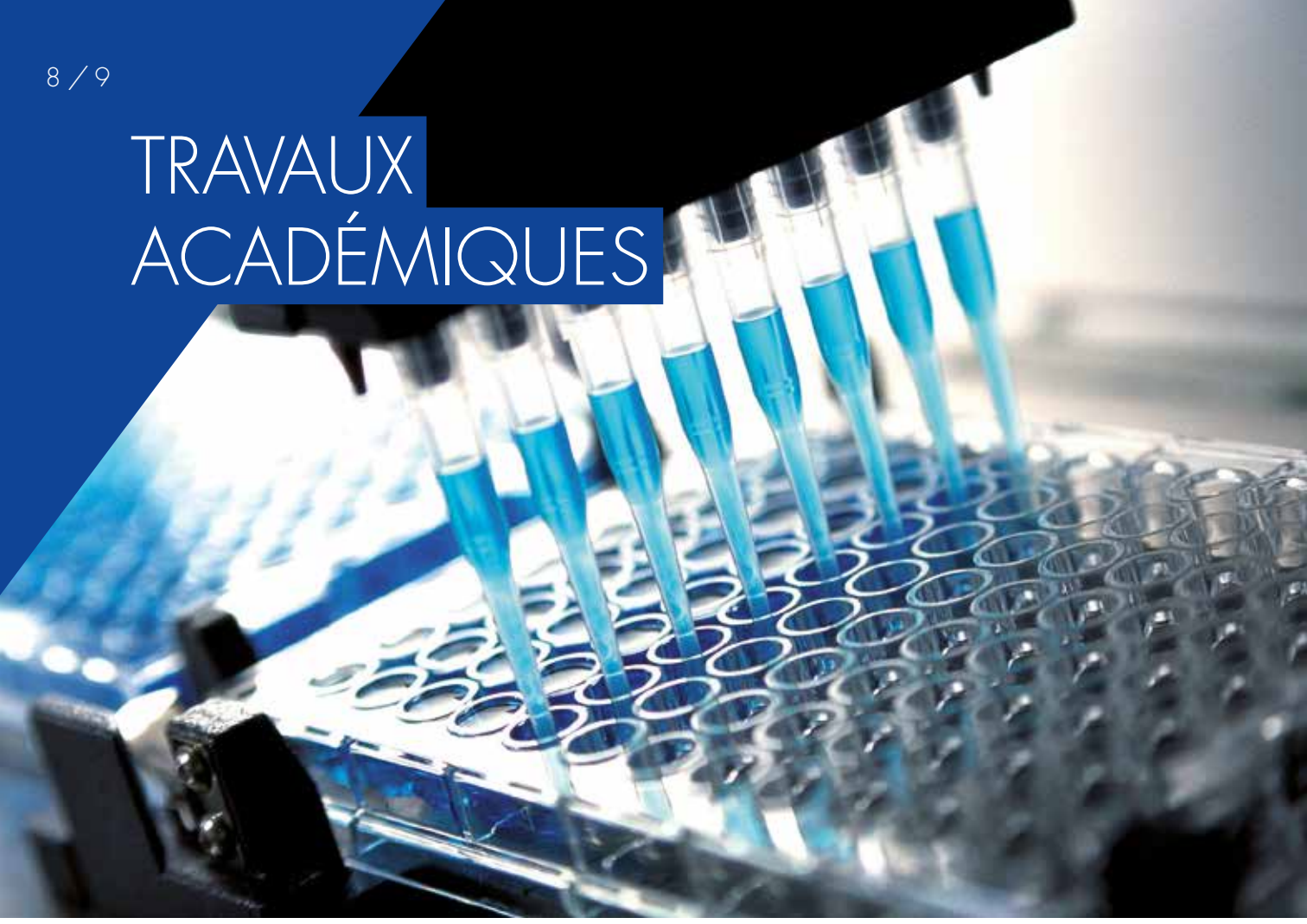
Notre coopération avec la Chine se poursuivra sur trois thèmes : l'énergie, avec l'hydrogène ; l'industrie, avec la fabrication additive ; la santé, avec la tuberculose et la dermatologie.

Enfin, nous avons pris la responsabilité d'organiser en France le CAETS 2022, à Versailles, sur le thème des technologies dans la santé.

Le troisième sondage réalisé fin 2020 par l'IFOP pour notre Académie, dans un contexte de crise, nous montre combien le niveau d'inquiétude et la défiance des Français vis-à-vis des technologies s'envole. Il nous rappelle également qu'ils sont plus que jamais demandeurs d'information et de participation aux choix technologiques, et qu'ils font finalement, malgré les débats sur l'expertise, confiance aux « sachants ». Fidèle à sa devise « pour un progrès raisonné et partagé » et reconnue pour son expertise indépendante et ses processus collégiaux, l'Académie des technologies engage sa capacité d'analyse et de communication pour contribuer à répondre aux questions que se posent les citoyens sur les technologies et leurs impacts sociétaux.

*Pascal Viginier*

# TRAVAUX ACADÉMIQUES



Les innovations technologiques sont au cœur de la plupart des grands défis auxquels la société est confrontée : donner accès au plus grand nombre à la formation et à l'emploi, bâtir un système de soins et de santé qui puisse répondre aux crises sanitaires et aux besoins d'une population croissante, réussir la transition énergétique et s'adapter au changement climatique… Sur toutes ces questions, l'Académie des technologies émet des propositions et des recommandations auprès des pouvoirs publics et des acteurs socio-économiques.

Grâce à l'expertise plurielle de ses membres, l'Académie apporte un éclairage original sur les questions relatives aux technologies et à leur interaction avec la société. Les académiciens sont élus par leurs pairs sur des critères d'excellence scientifique et technique, selon des procédures de recrutement rigoureuses. L'Académie associe également à ses réflexions des personnalités et experts extérieurs. Elle mène ses travaux en toute indépendance et place la dimension sociétale et éthique des technologies au cœur de ses réflexions.

Dix pôles ont pour mission de développer une vision prospective de leur domaine d'intérêt :

- Alimentation et santé
- Culture / Loisirs
- Éducation – formation – emploi – travail
- Énergie
- Environnement et impacts du changement climatique
- Habitat / Mobilité et villes
- Industrie et services
- Numérique
- Sécurité et Défense
- Technologies, économies et sociétés
- Des groupes projet interpôles sur des sujets technologiques d'actualité peuvent également être créés par le Bureau.

Les documents produits par l'Académie sont validés par l'assemblée plénière à l'issue d'un processus garantissant leur qualité et leur impartialité. Les publications font mention des points que l'état de connaissances ne permet pas de trancher avec une certitude suffisante ou qui font l'objet de controverses. Les études réalisées à la demande d'institutions, des autorités publiques et partenaires, peuvent, le cas échéant, faire l'objet d'une procédure d'adoption en urgence.

PÔLE

# ALIMENTATION ET SANTÉ

PRÉSIDENT
René Amalberti

VICE-PRÉSIDENT
Alain-Michel Boudet

BUREAU
Pierre-Etienne Bost
Bernard Le Buanec
Pierre Feillet
Bruno Jarry

RÉFÉRENTE
Lucie Goueslain

RÉFÉRENT GROUPE PROJET NUMÉRIQUE ET SANTÉ
Boris Bourdoncle

Le pôle Alimentation-Santé couvre le grand périmètre du vivant, de son industrialisation et intensification mondiales pour toute la recherche associée. Le vivant est un système complexe, transversal et interdisciplinaire, qui mobilise aussi bien les sciences pour l'ingénieur, les sciences du vivant et les sciences humaines et sociales.

Conjuguant des connaissances en forte croissance dans le domaine du vivant et des processus industriels très innovants, le domaine médical apparaît par ailleurs comme un modèle de résilience en période de crise.

Agriculture et alimentation sont un territoire de confrontation entre les valeurs de production industrielle et l'évolution des modes de vie : de fait, presque tous les sujets concernant l'alimentation et la santé présentent des enjeux sociétaux qui dépassent les aspects technologiques. Les flux d'informations vers les usagers sont considérables, notamment via les réseaux sociaux, avec des contenus souvent approximatifs, parfois contradictoires, ce qui fait aussi de ce domaine un excellent terrain pour étudier les informations erronées ou *infox*.

## ADN : lire, écrire et stocker l'information

Ce travail, publié en avril, est l'aboutissement du groupe piloté par François Képès sur l'ADN vu comme un modèle alternatif au grand stockage des données. L'archivage moléculaire de données constitue un enjeu majeur et stratégique dans un horizon proche. Le rapport de l'Académie recommande de lancer une action concertée sur le plan national et de proposer une programmation européenne sur cette thématique.

Ce remarquable travail a été largement repris dans la presse et valorisé par un colloque « ADN, polymères et *Big Data* » organisé en partenariat avec d'autres académies, le CNRS et la fondation de l'académie.

Les centres de données, *cloud* inclus, stockent les mégadonnées sous des formes dont la durée de vie limitée oblige à de dispendieuses recopies tous les cinq à sept ans. Ils représentent de véritables « gouffres » pour les ressources en terrain, électricité, eau et matériaux rares. En comparaison, le stockage à l'échelle moléculaire sur un polymère tel que l'ADN offre une densité supérieure d'un facteur dix millions, une conservation prolongée d'un facteur dix mille sans recopie périodique, pour une consommation électrique quasi-nulle.

Le rapport de l'Académie conclut que la technologie moléculaire d'archivage des mégadonnées peut devenir économiquement viable entre 2025 et 2040, progressant de marchés de niche vers des marchés plus globaux. Plusieurs laboratoires académiques, des jeunes pousses et quelques grandes entreprises se sont explicitement positionnés sur ce défi dans divers pays. Il existe en France un gisement de compétences pertinentes en biologie, chimie, informatique et sciences de l'ingénieur, qui pourrait être mobilisé dans une nécessaire synergie entre secteurs public et privé.

## Interfaces cerveau-machine

L'interface cerveau-machine (ICM) est une technique permettant de recueillir l'activité du cortex et de la transformer, grâce à un logiciel, en commande d'activités - motrice ou sensorielle - sans fil, uniquement par l'esprit. La recherche mondiale sur les ICM, qui ouvre de fantastiques opportunités thérapeutiques, notamment pour les handicapés, est en train d'exploser et l'arrivée de plusieurs entreprises technologiques de très haut niveau dans un paysage jusqu'alors seulement académique augure de développements rapides dans ce domaine très compétitif.

L'Académie de médecine et l'Académie des technologies appellent dans ce rapport commun à soutenir la recherche académique, favoriser les créations de startups à partir des institutions publiques de recherche ou d'initiatives privées et inclure l'ICM dans les futurs programmes de recherches et développement européen H 2020 et Horizon Europe, ce qui pourrait permettre aux équipes françaises de collaborer avec des équipes des autres états membres.

## Tuberculose

Un groupe de travail commun avec l'Académie de médecine française et son homologue chinoise analyse les conditions d'éradication en Chine de cette pathologie. Le groupe auditionne les meilleurs experts mondiaux et réalise un état de l'art des avancées technologiques, thérapeutiques et de dépistage. Un rapport est en cours de finalisation.

## Nouvelles formes d'alimentation, nouveaux aliments : le rôle des transformations

Le système industriel alimentaire dominant présente des atouts - massification, accessibilité, prix, qualité sanitaire - mais aussi des limites - impact environnemental, qualité nutritionnelle inégale, répartition de la valeur. Des systèmes alternatifs (circuits courts…) tendent à se développer, mais l'urbanisation croissante et l'évolution des rythmes de vie maintiennent l'attractivité des produits de type industriel.

Les industries alimentaires doivent donc rechercher des améliorations pour répondre à des exigences nouvelles, ce qui impliquent la mise en œuvre de pratiques innovantes. Dans ce contexte, la transition numérique qui touche déjà de nombreux secteurs peut apporter des opportunités intéressantes, notamment en tant qu'outil pouvant contribuer à la durabilité des pratiques du secteur. Forte de la présence en son sein de spécialistes de l'alimentation, des technologies numériques, de la robotique et de l'ingénierie des procédés, l'Académie propose les pistes qui lui semblent prioritaires pour que l'industrie alimentaire française puisse maintenir, sinon retrouver, un haut niveau de compétitivité en prenant mieux en compte la révolution numérique dans l'ensemble de ses activités productives.

Après un an d'auditions d'experts, le groupe de travail finalise un rapport qui sera publié en 2021.

## Covid -19

La Covid-19 a naturellement constitué un sujet central pour le pôle Alimentation et santé et donné lieu à plusieurs travaux et conférences plénières. La réflexion engagée continuera à nourrir l'agenda 2021.

## La pandémie à travers ses outils de mesure — la production de tests en France

Un groupe inter-académique (pharmacie/médecine/sciences) a concentré son travail de façon très réactive sur 2020 pour analyser et comparer les technologies impliquées dans les tests de dépistage et en tirer des recommandations à la fois pour les orientations de recherches industrielles à venir et un usage optimisé. Un rapport est en cours de rédaction.

## L'après Covid, leçons pour la recherche et l'industrie

Le pôle alimentation et santé contribue à un groupe de travail inter-pôles lancé sous l'égide d'Albert Benveniste. Ce groupe s'attache en particulier à tirer les leçons de la valeur des modélisations comme outil d'anticipation et de pilotage des politiques publiques. Il travaille également sur d'autres thèmes, comme celui de l'accélération de la recherche technologique pour les vaccins et les tests.

## Santé et numérique

La crise Covid, au-delà du drame propre de l'épidémie, a été une opportunité pour le numérique en santé. Un groupe de travail transverse[1] a commencé, sous la responsabilité de Gérard Roucairol et Bruno Jarry, à dresser un état des lieux technologique des solutions de plateformisation — particulièrement françaises et européennes — pour relever le défi de l'explosion du numérique dans le domaine de la santé. Les auditions vont se poursuivre pendant toute l'année 2021.

Enfin, le pôle a aussi contribué à des travaux transversaux, notamment sur les *infox*, ainsi qu'à plusieurs séances plénières sur des questions de société en lien avec la transformation du travail et des entreprises et celle du vieillissement de la population.

## Dix questions sur les semences

Le débat sur les semences et les variétés cultivées divise depuis plusieurs années les parties prenantes dans de nombreux pays et tout particulièrement en France. En fait, les acteurs — scientifiques, technologues, politiques, lanceurs d'alerte, médias, professionnels de l'agriculture et de l'amélioration des plantes — ont souvent des référentiels différents. De plus en plus d'émissions de radio et de télévision sont consacrées à ce sujet mais restent souvent très générales et sans débat contradictoire.

Les variétés anciennes sont-elles plus rustiques que les variétés modernes, sont-elles meilleures sur le plan gustatif ou sanitaire ? Qu'en est-il de la protection de la propriété intellectuelle et de la certification ? Quel est l'impact des OGM ? La coexistence OGM/non-OGM est-elle possible ? L'ambition de ces *Dix questions sur les semences* est de mettre à disposition de tous les citoyens des données essentielles fondées sur des publications scientifiques.

1 Il prend la suite d'un premier groupe de travail sur la domomédecine en 2019, sous la direction de Francis Levi.

PÔLE

# **CULTURE** / LOISIRS

PRÉSIDENTE
Dominique Ferriot

VICE-PRÉSIDENTE
Bernadette Bensaude-Vincent

RÉFÉRENTE
Béatrice Lathuile-Navergoni

**La prise en compte des objectifs de développement durable dans les priorités du pôle ainsi que l'impact de la situation pandémique sur les activités culturelles[2] ont conduit à ouvrir trois nouveaux chantiers : culture sur la toile ; culture scientifique et technique (S&T) sur les réseaux sociaux ; avenir du tourisme de masse. Au final, les activités du pôle en 2020 ont été largement programmatiques, tournées vers le futur.**

Au fil de plusieurs réunions virtuelles, les membres du pôle ont dégagé les questions à aborder prioritairement pour chacun de ces thèmes.

## Promouvoir une culture authentique et responsable sur la toile

- Comment mettre la toile au service du patrimoine et de la Culture S&T afin de transformer le recours au numérique comme substitut ou pis-aller en une nouvelle opportunité ?
- Comment hybrider les deux modèles de culture présentielle et de culture virtuelle, par exemple grâce à la réalité augmentée ?
- Comment éviter la fracture entre les pratiques culturelles des générations ?

À partir de l'étude de cas concrets (Universcience, Musée de l'air et de l'espace) et avec l'aide des responsables et chercheurs de ces établissements, le pôle souhaite identifier les freins et opportunités afin de produire des synergies entre diverses institutions.

## Promouvoir une Culture S&T fiable sur les réseaux sociaux

- Comment se cultiver à travers des médias non régulés et éphémères ?
- Quels moyens techniques et réglementaires pour lutter contre la propagation des *fake news* et le complotisme en temps de crise ?

Cet axe de travail progresse via la collecte d'informations bibliographiques et la consultation d'experts (médiateurs, journalistes scientifiques), en partenariat avec d'autres groupes de travail de l'Académie (Défense, *Fake News*). L'objectif est de produire un document à destination du public, fournissant des informations et repères pour aiguiser l'esprit critique.

### UN *HOLD UP* SUR LA SCIENCE

En novembre 2020, Les académies des sciences, de médecine, de pharmacie et des technologies ont dénoncé dans un communiqué commun les fausses informations relayées par le film *Hold up*, largement relayé sur les réseaux sociaux.

Tout en se donnant les apparences d'un documentaire, ce film développe en effet une théorie conspirationniste sur la pandémie de la Covid-19. Il évoque tour à tour une série d'opinions souvent confuses et parfois contradictoires, cherchant à la fois à minimiser la gravité de la pandémie — rappelons que 45 000 français sont décédés en 10 mois — et à soutenir que les autorités sanitaires veulent imposer la mise en place d'un système de surveillance coercitif de la population.

Les quatre académies mettent en garde les citoyens contre la fausseté des informations ainsi propagées. Elles soulignent que leur diffusion au sein de notre société, notamment auprès des plus jeunes, est de nature à compromettre le fondement rationnel des actions de santé publique nécessaires pour le contrôle de la pandémie en cours, qu'il s'agisse des mesures de distanciation, de confinement, de traçage des cas contacts ou de la mise en place d'une vaccination.

Au-delà de la santé, les attaques contre la science affectent aujourd'hui de nombreux aspects de la vie de nos sociétés. Ces attaques invitent scientifiques, éducateurs, professionnels des médias et citoyens à la plus grande vigilance. Il faut, concluent les académies, poursuivre auprès de tous la recherche des réponses appropriées et les efforts de pédagogie et de transparence nécessaires sur l'état des connaissances scientifiques et technologiques, qui évoluent rapidement.

2 La crise sanitaire a bousculé les visites prévues en 2020, qui seront reprogrammées dès que possible, afin de poursuivre l'enquête engagée en 2019 sur le rôle et la place des technologies dans le patrimoine.

### Promouvoir un tourisme de masse durable et responsable

- Quels choix technologiques pour éviter les effets dévastateurs du tourisme de masse ? Comment éviter les tensions et conflits entre touristes et populations locales ?
- Comment adapter les musées des techniques au tourisme de masse pour favoriser les loisirs en régions ?
- Comment faire de l'histoire en faisant du tourisme ?

Ce troisième axe fait l'objet d'échanges avec des académies partenaires.

L'esplanade et la pyramide du Louvre vides à Paris, en avril 2020. © istock

PÔLE

## ÉDUCATION – FORMATION – EMPLOI – TRAVAIL

PRÉSIDENT
Alain Cadix

VICE-PRÉSIDENTS
Jean-Pierre Chevalier

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Florent Pratlong

**Avec la publication du rapport *Attractivité des métiers, attractivité des territoires : des défis pour l'industrie*, le pôle EFET a clos un triptyque consacré au devenir de l'industrie[3]. Deux nouveaux groupes projets ont été ouverts en 2020 : le premier, consacré à l'enseignement de la technologie au collège, a donné lieu à un rapport commun avec l'Académie des sciences ; Le deuxième est dédié aux usages des technologies éducatives (EdTech) dans l'enseignement supérieur et la formation professionnelle, notamment la part d'utilisation de plateformes dédiées à l'enseignement par rapport à des outils intégrant contenu et suivi et les évolutions pédagogiques nécessaires.**

### Attractivité des emplois dans l'industrie sur les territoires

Avant le confinement de l'économie au printemps 2020, l'industrie rencontrait de nombreuses difficultés à embaucher, ce qui entravait son développement et sa modernisation. De multiples emplois traditionnels, comme des emplois plus nouveaux, étaient en tension ou en pénurie. Deux origines principales à cela : le manque d'attrait des métiers industriels et des territoires d'industrie.

Le rapport de l'Académie émet des recommandations concernant l'industrie, les secteurs, les filières, les métiers, en particulier :

- pour les acteurs publics : développer une offre de formation technique sur mesure, initiale et continue, sur les territoires d'industrie éloignés des aires métropolitaines et développer une politique ambitieuse de logements, depuis le logement des apprentis jusqu'aux habitations à coûts modérés pour les jeunes actifs ;
- pour les industries : favoriser la mobilité sociale dans l'entreprise via la formation ; affirmer ses objectifs en matière de responsabilité sociale et environnementale.

### Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens

Dans ce rapport, l'Académie des sciences et l'Académie des technologies alertent sur la faible place donnée à l'apprentissage de la science et de la technologie à l'école primaire et sur la manière, manquant souvent de cohérence, dont ces enseignements sont prodigués. Elles attribuent ces lacunes à l'insuffisance de la formation initiale et continue des professeurs dans ces domaines, formation qui, selon elles, devrait aujourd'hui être repensée en profondeur. Elles formulent ainsi une série de recommandations à l'intention des pouvoirs publics, dont elles jugent préjudiciables certaines orientations prises ces dernières années, notamment la priorité quasi-exclusive donnée au « Lire, écrire, compter », sans qu'aucune passerelle ne soit établie avec la science et la technologie.

### États généraux du numérique pour l'éducation : une opportunité pour tous dans un système plus agile

En amont des états généraux du numérique pour l'éducation organisés début novembre pour tirer les enseignements du recours aux technologies

3 *Avec L'industrie du futur : du système technique 4.0 au système social* (2017) et *La montée en compétences technologiques des PME, le cas des entreprises industrielles* (2018).

numériques pendant le confinement du printemps 2020, l'Académie des technologies a formulé des recommandations et soulevé des points de vigilance.

Elle souligne que le développement du numérique dans l'école ne doit pas faire l'impasse de l'analyse du manque actuel de valeur ajoutée pédagogique, peut-être dû à un défaut de compétences. Une ambition pour l'école serait d'accompagner la transformation numérique de la société : pour un élève, un recours accru et raisonné au numérique aurait en particulier pour vocation de l'aider à acquérir plus d'autonomie dans ses apprentissages et dans la gestion de son parcours scolaire. Il lui permettrait de développer ses capacités à « apprendre à apprendre », compétence-clé dans un monde en transformation permanente.

Pour un enseignant, il s'agirait de dépasser le stade d'utilisateur occasionnel de logiciels prédéfinis et devenir un concepteur de scénarios pédagogiques. Le numérique, grâce aux apports conjoints de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle, lui permettrait une meilleure personnalisation des apprentissages de ses élèves.

Éduquer au numérique est une priorité, conclut l'Académie, qui rappelle que le taux d'équipement des familles en moyens informatiques et la couverture en haut débit des territoires sont deux points de blocage à traiter rapidement. La transformation numérique en cours doit reposer aussi sur l'élaboration de plateformes intégratives spécifiques à l'écosystème de l'éducation nationale.

PÔLE

# ÉNERGIE

PRÉSIDENT
Dominique Vignon

VICE-PRÉSIDENT
Bernard Tardieu

SECRÉTAIRE SCIENTIFIQUE
Gérard Grunblatt

Avec l'alimentation, l'énergie est une clef de toutes les activités économiques, du système de santé, de l'éducation et de la culture, des mobilités ou de l'accès à une eau de qualité. Si la pandémie Covid-19 a permis de constater que les différentes composantes du système énergétique (pétrole, gaz, et électricité) sont assez résilientes, d'autres caractéristiques essentielles méritent d'être améliorées :

- au premier chef, la décarbonation de l'énergie, qui devrait être totale à l'horizon 2050 : cet objectif de sortie du pétrole et du gaz fossile semble extrêmement ambitieux ;
- la pandémie a également montré l'importance de l'autosuffisance, notamment en matière alimentaire et industrielle. Or, le taux d'indépendance énergétique de la France plafonne autour de 55 % depuis une dizaine d'années ; il faudrait l'améliorer. En Europe, ce taux, d'environ 47 %, décroit et les énergies européennes reposent essentiellement sur le lignite, le charbon et le gaz ;
- enfin, l'énergie n'est pas un acquis. En France, la précarité énergétique affecte 14 % des ménages ; la nécessaire transition énergétique ne doit pas conduire à plus de précarité.

Ce triptyque indépendance énergétique/ décarbonation /maîtrise des coûts guide les réflexions du pôle Énergie. La méthodologie consiste à partir du thème le plus difficile — la décarbonation — en s'assurant que les autres objectifs sont atteints.

Les trois alternatives aux énergies carbonées sont la biomasse, dont le potentiel est limité, le nucléaire et les énergies renouvelables intermittentes associées à un stockage. C'est le stockage qui est aujourd'hui le moins exploré, alors qu'il est essentiel. L'énergie peut, par exemple, être stockée sous forme de chaleur ; le pôle participera au groupe de travail transverse en cours de constitution sur ce thème.

## L'hydrogène — le couteau suisse de la transition énergétique ?

En s'inscrivant dans les objectifs de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (à horizon 2028) et de la stratégie nationale bas carbone (à horizon 2050), le pôle approfondit le potentiel de l'hydrogène et de ses dérivés comme intermédiaire de stockage d'énergie dans un système à forte composante intermittente. Au-delà du rapport produit en 2020, il s'agit d'évaluer la demande d'hydrogène et les besoins de stockage dans différentes configurations de consommation d'énergie en France.

Certains pays de l'OCDE (Allemagne, Corée, Japon, etc.) envisagent d'importer l'hydrogène de pays bien dotés en énergie renouvelable (Chili, Australie, Maghreb, Moyen Orient). Cette stratégie sera comparée à une stratégie de production européenne.

### QUEL RÔLE POUR L'HYDROGÈNE DANS UNE ÉCONOMIE DÉCARBONÉE ?

C'est le thème d'un important rapport de l'Académie diffusé à l'été 2020. Il comporte une présentation systématique et pédagogique des thématiques de la production et de l'utilisation de l'hydrogène. Les différents usages possibles de l'hydrogène (industrie, mobilité, chauffage, production d'électricité, etc.) sont classés en fonction du coût de la tonne de $CO_2$ évitée.

L'Académie formule diverses propositions pour promouvoir la recherche et le développement de technologies de rupture susceptibles de rendre l'hydrogène plus compétitif (électrolyse haute température ; torche à plasma, etc.). Elle esquisse en outre une politique de soutien aux industriels du secteur, permettant de faire émerger des champions français.

## Capture et stockage ou utilisation du $CO_2$

La décarbonation complète de l'économie à horizon 2050 n'est vraisemblablement pas possible sans capturer puis stocker ou utiliser une partie du $CO_2$ produit par l'industrie et le secteur énergétique. Des premières auditions sur ce thème se poursuivront en 2021 afin d'établir un état des lieux qui comprendra une appréciation du potentiel français et européen de stockage et une estimation des coûts et investissements pour accompagner la transition énergétique.

Afin de mieux optimiser la transition, il convient d'actualiser l'avis donné par l'Académie il y a cinq ans sur le prix à attribuer à la tonne de $CO_2$ évitée. L'ordre de grandeur affiché dans cet avis (« plus de 50 €/t ») est sans doute trop bas ; mais celui proposé par France Stratégie en 2019 (~ 750 €/t) est certainement trop élevé et peut encourager des politiques non pertinentes.

## Énergie et stratégie bas carbone : la France peut mieux faire

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la stratégie nationale bas carbone (SNBC) sont les deux principaux instruments de pilotage devant permettre à la France d'atteindre l'objectif « zéro émission nette de gaz à effet de serre » en 2050. L'Académie des technologies, dans un avis émis en février 2020, regrette que la SNBC ait révisé à la hausse les objectifs d'émission de $CO_2$ pour la période 2019-2023, alors même que la loi de transition énergétique rend sensiblement plus ambitieux l'objectif 2050.

Tout en relevant la cohérence et la qualité de la PPE et de la SNBC, l'Académie relève que plusieurs objectifs importants ne sont pas accompagnés par des politiques publiques adéquates, par exemple, les puits de carbone : les efforts pour une extension et une meilleure exploitation des forêts sont insuffisants et les modestes objectifs de capture et stockage (ou utilisation) du $CO_2$ ne sont accompagnés d'aucun projet concret.

La politique d'isolation des logements anciens, essentielle pour la transition énergétique, n'est pas accompagnée de soutiens suffisants aux propriétaires-bailleurs qui ne peuvent répercuter leurs investissements dans les loyers.

L'Académie souligne par ailleurs dans cet avis l'importance d'une approche économique rationnelle de la transition énergétique. Elle demande en particulier que la performance énergétique des bâtiments ne soit évaluée qu'au regard de leurs émissions de $CO_2$. Elle rappelle enfin la nécessité de réintroduire la prise en compte du prix du $CO_2$ évité dans l'ensemble des décisions publiques, dont la politique fiscale.

PÔLE

# ENVIRONNEMENT
## ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

PRÉSIDENT
Pierre Toulhoat

VICE-PRÉSIDENT
Yves Lévi

SECRÉTAIRE TECHNIQUE ET RÉFÉRENTE
Lucie Goueslain

Le pôle a commencé ses réflexions sur deux thèmes : gestion quantitative et qualitative des approvisionnements en eau douce ; recul du trait de côte et changement climatique, rôle des technologies pour l'atténuation et l'adaptation. Un troisième axe de réflexion est prévu pour 2021 sur la responsabilité sociale et environnementale des entreprises : comment est-elle incarnée à la tête des entreprises ? Comment la crise pandémique et la relance qui se prépare vont-elles modifier la gouvernance et la stratégie des entreprises, en particulier dans le domaine de l'industrie et des technologies ?

Le pôle s'est impliqué dans des sujets transverses, comme le stockage inter-saisonnier d'énergie, ou sur des thèmes liés à l'actualité, comme le suivi du développement de la pandémie Covid-19 à travers l'analyse des eaux usées.

### Présence et activité du coronavirus SARS-CoV-2 dans les eaux usées

Dans cet avis, l'Académie des technologies recommande qu'une attention particulière et un soutien financier soient portés à l'amélioration des connaissances sur le devenir, l'élimination, l'inactivation et le transfert de ce virus SARS-CoV-2 via les eaux usées, depuis les sources d'émission jusqu'aux points d'usage ou d'exposition des populations et des professionnels concernés, ainsi que vers l'environnement.

Elle souligne que cette recherche apportera des informations indispensables dans l'aide à la gestion des eaux usées et qu'elle peut, en cas de fiabilité et de sensibilité démontrées, constituer un outil quantitatif de mesure de l'évolution de la pandémie pour appréhender son évolution et sa résorption (« épidémiologie des eaux usées »). Ceci pourrait sans doute apporter des informations permettant d'appréhender très tôt l'importance de possibles épidémies futures.

L'Académie recommande que ces recherches soient basées sur des méthodes de détection quantitatives permettant une interprétation de l'activité et de l'infectiosité des virus détectés dans ces milieux et suggère que, pour utiliser les conditions épidémiques actuelles, des contributions soient recherchées auprès des organismes susceptibles d'apporter rapidement les moyens nécessaires aux divers laboratoires capables de mener ces recherches.

### Groupe projet Eaux

Ce groupe a été lancé en septembre lors d'une séance plénière consacrée à la gestion de l'eau. Les interventions ont illustré l'état des masses d'eau en France et les impacts potentiels du changement climatique sur leur évolution. Les réunions du groupe ont permis d'affiner le thème de travail, désormais intitulé « Gestion quantitative et qualitative des approvisionnements en eau douce ». Les auditions vont se poursuivre en 2021

### Groupe projet sur le trait de côte et son évolution

Initié fin 2020 par une première audition de représentants du Bureau de recherche géologique et minière (BRGM) permettant de faire un état des lieux, ce groupe projet a prévu d'auditionner en 2021 d'autres acteurs importants, que ce soient des établissements publics de recherche et d'expertise, des collectivités territoriales, ou des bureaux d'études.

PÔLE

# **HABITAT** / MOBILITÉ ET VILLES

PRÉSIDENT
François Bertière

VICE-PRÉSIDENTS
Christophe Midler
Alain Thauvette

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Florent Laroche

RÉFÉRENT
Boris Bourdoncle

## Convergence des secteurs automobile et bâtiment vers l'objectif *zéro émission de carbone*

Le pôle Habitat, mobilité et villes a choisi d'axer son programme de travail 2020-2021 sur une comparaison des stratégies susceptibles de répondre, dans le secteur automobile et le bâtiment, à l'objectif *zéro émission carbone à l'horizon 2050*.

Pourquoi associer ces deux secteurs dans une analyse prospective ? L'automobile et l'habitat contribuent de manière importante et complémentaire aux émissions de $CO_2$, leur contribution sera donc décisive dans la réussite des objectifs que la France et l'Europe se sont donnés et qui sont indispensables, selon le GIEC pour espérer limiter le réchauffement à 1,5°C. Par ailleurs, ces deux secteurs sont très différents, non seulement par la nature de leur objet, mais aussi dans toutes leurs variables clés : modèles économiques, réglementations, structure du milieu professionnel. Dès lors, la confrontation des scénarios de convergence de ces deux secteurs devrait éclairer les conditions à réunir et les obstacles à dépasser pour réussir l'objectif *zéro émission de carbone*.

Le groupe projet étudie dans un premier temps quelques scénarios contrastés de stratégies d'action susceptibles d'atteindre l'objectif fixé, afin d'obtenir des ordres de grandeur sur le potentiel maximal de ces scénarios, d'analyser les obstacles principaux à dépasser (comme l'effort économique nécessaire) ainsi que les bénéfices sociaux et les transitions industrielles nécessaires à leur mise en œuvre.

## Mobilité électrique : les conditions du passage à l'échelle industrielle

Concernant le secteur automobile, la transition vers la mobilité électrique est d'ores et déjà engagée, poussée par des régulations contraignantes au niveau mondial et local. Évidemment, il reste de multiples incertitudes et questions à étudier, non seulement concernant le passage à l'échelle industrielle de cette transition : quelles priorités entre les technologies candidates ? Quelles stratégies industrielles pour assurer la compétitivité de nos entreprises ? Ces incertitudes trouvent aussi leur source dans le fait que les transitions en cours associent des volets de transformation des usages (développement des services de mobilité automobile partagés) et que les innovations ont un caractère systémique incluant l'ensemble des filières amont, comme les interactions entre transport et énergie. Le démarrage de la mobilité électrique montre que ces composantes système jouent un rôle essentiel dans la capacité de passage à l'échelle industrielle. On s'intéressera aussi à la manière dont les régulations sont capables ou non de traiter cette dimension systémique. La comparaison avec d'autres pays comme la Chine sera ici particulièrement intéressante.

Plusieurs séances académiques ou interventions ont contribué à cette réflexion en 2020 : la comparaison entre stockage d'énergie, batteries et H2, les batteries, la place du véhicule autonome dans la mobilité de demain. Des séances de travail sont programmées pour 2021, notamment sur les infrastructures routières et les batteries, afin de construire différents *scenarios* pour une flotte routière tendant vers zéro émission en 2050.

### Bâtiment : quels leviers actionner pour atteindre l'objectif zéro émission de carbone ?

Concernant le bâtiment, les retours d'expérience montrent un relatif échec des tentatives engagées jusqu'ici, face à des obstacles comme : le morcellement du système d'acteurs ; le caractère « prototype » de la construction de bâtiments, qui limite les capacités de capitalisation et de passage à l'échelle dans les apprentissages ; la multiplication d'expérimentations locales, certes intéressantes, mais qui ne parviennent pas à « faire école » dans la durée et sur des périmètres larges.

Les scénarios actuellement envisagés sont définis d'abord par des stratégies centrées sur des variables d'action différentes, soit : la construction de bâtiments neufs ; la réhabilitation de bâtiments existants ou encore des politiques d'urbanisme (densification ou étalement de la ville) pouvant associer démolition de l'ancien et reconstruction de neuf. Ces stratégies seraient construites en visant zéro émission de gaz à effet de serre en 2050 (émissions du parc + émissions du flux de construction/déconstruction).

Le groupe projet cherchera à identifier les scénarios souhaitables pour contribuer à cet objectif, il analysera les conditions de leur mise en œuvre, notamment les systèmes d'incitation et de régulation qui pourraient constituer des leviers ou, au contraire, des obstacles, l'apport de la technologie, les enjeux économiques et sociaux associés. La comparaison avec des expériences étrangères sera intéressante.

Plusieurs thèmes sont au programme pour 2021 : les techniques de réhabilitation thermique et leur efficacité carbone ; les coûts et la rentabilité de la rénovation thermique ; la politique de rénovation énergétique des bâtiments.

Ce travail devrait se conclure en 2022 par un rapport de synthèse et une publication sur l'électrification de la mobilité dans la collection *Dix questions à*.

PÔLE

## **INDUSTRIE** ET SERVICES

PRÉSIDENT
Alain Pouyat

VICE-PRÉSIDENTS
Yves Ramette
Dominique Vernay

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Augustin Bourguignat

**Le pôle Industrie & services a poursuivi en 2020 ses travaux sur les nouveaux modèles économiques et les concepts qui transforment profondément ce domaine où industrie et services fusionnent et où la valeur ajoutée migre vers le virtuel. Durant les prochaines décennies, c'est la combinaison de l'armature industrielle et la force de démultiplication des plateformes qui sera la formule gagnante de l'économie digitalisée. Le pôle s'intéresse ainsi plus particulièrement au développement des « écosystèmes », à la plateformisation progressive des activités industrielles et de services et aux technologies qui rendent possible ces bouleversements.**

Un rapport sur la plateformisation des activités sera disponible début 2021. Il aura pour objectif de mettre à disposition des responsables d'entreprises des outils pour mieux comprendre ce que signifie pour eux cette transformation numérique radicale de leurs activités, en s'appuyant sur des exemples concrets.

### 5 G et cybersécurité

Il n'y a aura pas de transformation numérique de la société sans une couverture numérique du territoire consistante et résiliente. C'est la raison pour laquelle le pôle suit de près les arbitrages qui sont fait localement parmi les différents choix technologiques possibles et souvent complexes entre fibre, radio 4G ou 5G et satellites Geos ou Leos.

La 5G est une technologie qui devrait concerner tout particulièrement les entreprises. Pourtant, les industriels français sont aujourd'hui moins impliqués que ceux d'autres pays malgré les opportunités offertes et les performances apportées par cette technologie tout au long de la chaîne de valeur, dans de nombreux secteurs : industrie, transport, santé, énergie etc. Un travail d'explication et de sensibilisation semble indispensable.

Il n'y aura pas non plus de transformation numérique réussie de la société sans une maîtrise de la cybersécurité. C'est à la fois un enjeu de sécurité nationale, de souveraineté européenne mais aussi d'opportunités industrielles pour la France et l'Europe.

### *Smart cities*

Lieux de vie de plus de 50 % de la population mondiale, les villes doivent faire face à de multiples transitions — climatique et environnementale, énergétique, démographique, numérique — tout en développant le bien-être et la qualité de vie des habitants.

Les organisations actuelles semblent inadaptées à ces nouveaux enjeux et les évolutions nécessaires (notamment la plateformisation des activités) ne se feront pas sans une remise en cause profonde de la gouvernance et des opérateurs de la ville.

Plusieurs de ces thèmes ont fait l'objet de séances thématiques de l'académie en 2020[4] et seront l'objet de réflexions en 2021, avec une attention particulière sur les aspects permettant de mieux affronter la crise sanitaire et économique :

- l'importance de la logistique pour les activités industrielles et de services : l'internationalisation de la supply chain des entreprises entraine une perte de souveraineté sur certains produits clés ainsi qu'un impact souvent néfaste sur l'environnement (émissions de $CO_2$).
- le futur de l'industrie et des services se prépare largement par les activités de recherche menées par les entreprises ainsi que par celles du monde académique avec lequel les entreprises sont en relation. Le pôle suivra la mise en application des dispositions de la loi de programmation pluriannuelle pour la recherche (LPPR) votée par le Parlement en novembre 2020 sur les aspects de recherche partenariale et de transfert technologique ainsi que le démarrage du programme européen Horizon Europe.

GROUPE DE PROJET TRANSVERSE

## ÉCONOMIE CIRCULAIRE

ANIMATEUR
Michael Matlosz

L'économie circulaire est un enjeu sociétal majeur où la technologie joue un rôle essentiel, en forte interaction avec l'économie, l'environnement et les citoyens, avec un apport indispensable de l'industrie.

Un groupe de travail transverse, mis en place à l'automne 2019, porte un regard systémique sur l'économie circulaire à travers la transformation, l'utilisation et le recyclage de la matière et des matériaux. Les cas d'étude retenus sont les plastiques (notamment pour emballages), la collecte et le tri de déchets ménagers, les matériaux composites (en lien, par exemple, avec les bateaux de plaisance ou les pales d'éoliennes), les déchets d'équipements électriques et électroniques, les batteries pour véhicules électriques, l'écoconception de produits et l'économie de la fonctionnalité. L'analyse de quelques cas particulièrement emblématiques conduira à des préconisations et recommandations pratiques.

Le groupe s'intéresse également à l'économie circulaire dans le bâtiment et les travaux publics (BTP) ainsi que dans les industries agro-alimentaires. Une séance plénière sur le recyclage est programmée pour février 2021. Une communication est en cours de rédaction, en vue d'une publication au deuxième semestre 2021.

PÔLE

## NUMÉRIQUE

PRÉSIDENT
Gérard Roucairol

VICE-PRÉSIDENTS
Stéphane Andrieux
Paul Friedel

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Paul Wohrer

RÉFÉRENT
Boris Bourdoncle

### Pour une circulation vertueuse des données numériques

Dans un avis diffusé en avril 2020, l'Académie des technologies se prononce en faveur d'une circulation vertueuse des données numériques, qui ne doit obérer ni la protection de la vie privée, ni le respect des libertés individuelles, ni les droits de propriété.

La crise du coronavirus a suscité un recours accéléré aux technologies numériques notamment pour pallier les contraintes de mobilité, préserver le lien social et, s'agissant de la pandémie, en estimer globalement la propagation, mieux suivre un

4 Séance du 26 février 2020 : la plateformisation progressive des activités de l'audiovisuel et le lancement de Salto en France. Que faut-il retenir de la forte présence de l'intelligence artificielle et des technologies quantiques au CES 2020 ? Séance du 24 Juin 2020 : Nouveaux besoins, nouvelle gouvernance pour la ville durable.

patient voire prédire l'évolution de sa maladie. Dans ce contexte se pose la question du partage par chacun de nous de données susceptibles de favoriser la lutte contre cette pandémie. Ces données agrégées peuvent contribuer de manière déterminante à la capitalisation de la connaissance sur la maladie, permettre d'élaborer des solutions préventives en support à des politiques publiques ou encore aider à définir des protocoles de soins adaptés à la situation de chacun, pour le bénéfice de chaque individu.

L'Académie des technologies rappelle que l'Europe dispose déjà d'un règlement sur la protection des données individuelles (RGPD) pour protéger la circulation des données personnelles et que, a contrario, le *Cloud Act* permet au gouvernement américain d'avoir accès à toutes les données numériques situées sur son sol. Elle alerte sur le risque que soit, de fait, confié implicitement à quelques grandes plateformes numériques mondiales le soin d'organiser les échanges constitutifs de notre société et souligne l'importance du développement de solutions fédératives de *clouds* européens.

## Crise de la Covid : les plateformes, un enjeu pour une France plus agile et moins dépendante

L'Académie des technologies, constatant le bond en avant dans l'usage des technologies numériques consécutif au confinement, s'est penchée sur la question des plateformes qui favorisent et démultiplient cet usage et ce, particulièrement, dans les domaines de la santé, de l'éducation, de l'agriculture et de l'organisation du travail. Les recommandations de l'Académie des technologies visent à lever les limitations induites par la structure et les capacités de leur déploiement actuel, en assurant à notre pays les conditions de son indépendance et de sa souveraineté.

L'Académie constate des limitations considérables à la dynamique d'adoption de nouveaux usages et de création de nouveaux services dans les domaines de la santé, de l'éducation, de l'agriculture et de l'organisation du travail. Ces limitations sont liées pour partie à l'insuffisance d'infrastructures de communication et de traitement, mais elles résultent surtout de l'absence du déploiement de plateformes adaptées.

Qu'il s'agisse de santé, d'éducation, d'agriculture ou d'organisation du travail, les initiatives qui ont émergé vont bien au-delà de mesures palliant l'absence de mobilité : suivi médical à domicile, possibilité de travailler ou d'être éduqué à distance, développement de circuits courts de distribution de produits agricoles, pour ne citer que quelques exemples, permettent d'anticiper une transformation systémique de ces activités. Parallèlement, la satisfaction de ces besoins a mis en exergue l'importance des infrastructures pour une transformation numérique partagée par tous et qui réponde aux exigences de diversité, d'agilité, de créativité que la crise a révélées mais aussi à des critères de confidentialité, d'indépendance ou de souveraineté.

### QU'EST-CE QU'UNE PLATEFORME ?

Les plateformes sont des infrastructures logicielles qui facilitent, voire automatisent, la mise en relation, l'échange, la conception et le déploiement de services en ligne, entre différents acteurs (individus, machines, organisations). Elles accompagnent la transformation des organisations dans leurs usages pour tenir compte, dans l'accomplissement de leurs missions, d'un contexte généralisé de communications et traitements numériques. Elles deviennent alors constitutives d'un écosystème : par exemple patients/ soignants/établissements de soin/fournisseurs de solutions dans la santé ; enseignants/ enseignés/ éditeurs de contenus dans l'éducation ; ou encore collaborateurs/clients/fournisseurs dans les entreprises commerciales.

## Pour une infrastructure européenne des données

Alors que se tenait les 18 et 19 novembre le premier GAIA-X Summit, l'Académie des technologies a souligné l'importance d'un tel projet pour la mise en œuvre des principes de sécurité, d'interopérabilité et de partage des données conformes au droit et aux besoins des citoyens et citoyennes, des entreprises et des États dans l'espace européen.

Cédric O, secrétaire d'état chargé de la Transition numérique et des communications électroniques, a confié au Cigref et à ses partenaires — le pôle de compétitivité Systematic Paris-Region et l'Académie des technologies — la mission d'organiser le French GAIA-X Hub.

Le premier comité de pilotage du French GAIA-X Hub s'est tenu le 3 décembre dernier. Il est composé de représentants du Cigref, du pôle de compétitivité Systematic Paris-Région, de l'Académie des technologies, de la direction générale des entreprises et de l'association GAIA-X. Cette réunion a permis d'élaborer les premiers principes d'organisation du hub, de vérifier l'alignement des ambitions, de préciser les rôles de chacun des participants et de définir une première feuille de route et de travail.

### LES OBJECTIFS DU FRENCH GAIA-X HUB

Le French GAIA-X Hub a pour missions de :

- promouvoir et animer le hub en France ;
- structurer les rencontres et les échanges dans et entre les groupes de travail sectoriels en alignement avec les Data spaces gérés par GAIA-X AISBL ;
- accélérer la co-innovation de services et de cas d'usage et incuber les Data spaces qui permettront le développement des offres de service inscrites dans le cadre de GAIA-X ;
- assurer le dialogue avec GAIA-X AISBL, les autres hubs nationaux et l'administration française.

### Crise de la Covid-19 : pour une gestion de crise renouvelée

La crise sanitaire a mis en évidence l'importance des modèles mathématiques épidémiologiques. Cependant la prise de décision du responsable politique, économique ne peut se limiter à un seul critère d'analyse. Or, il faut bien considérer que les autres critères à prendre en compte n'ont pas fait l'objet de modélisations corrélées, affaiblissant ainsi la justification de la décision finale. Un groupe projet a donc été créé pour étudier des solutions et proposer des études complémentaires. Animé par Albert Benveniste et Laurent Gouzene, le groupe de travail rendra ses conclusions en 2021.

GROUPE DE PROJET TRANSVERSE

## **SIMULATION** NUMÉRIQUE HAUTE PERFORMANCE

ANIMATEUR
Jean-Claude André

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Thomas Padioleau

Ce groupe de travail transverse, mis en place en 2018, s'est donné pour objectifs d'identifier les défis face à la simulation numérique et à l'exploitation des données massives et d'émettre des recommandations vers les pouvoirs publics et les différents acteurs des secteurs concernés.

Le groupe de travail a terminé ses travaux en 2020. Un rapport en cours de finalisation fait le point sur l'évolution des matériels et des méthodes et propose six recommandations, principalement relatives aux nouvelles approches mêlant simulation numérique – basée sur la physique – et valorisation des données via l'apprentissage automatique. Le rapport sera présenté au vote en séance académique au premier trimestre 2021.

COMITÉ

## **ÉTHIQUE,** SOCIÉTÉ ET TECHNOLOGIES

PRÉSIDENT
Janvier–mars : Louis Dubertet
Depuis avril : Alain Bravo

SECRÉTAIRE TECHNIQUE
Marika Mathieu

RÉFÉRENT
Groupe interacadémique « Repartir avec les ODD de façon soutenable et résiliente »
Boris Bourdoncle

### *Big Data* – Questions éthiques

Dans un rapport publié en février, l'Académie des technologies étudie les *Big Data*, leur exploitation par l'intelligence artificielle et leurs interactions avec la société.

Le contrôle des données est un élément clé de l'indépendance nationale et de la liberté des citoyens. C'est un domaine où l'innovation et la création de valeur sont particulièrement impor-

tantes mais modifient et modifieront la vie humaine en profondeur.

Après avoir exposé les possibilités, les limites et les points de fragilité technologique de l'exploitation des données massives, ce rapport est constitué de contributions sectorielles qui sont autant de regards croisés pour analyser comment le développement de ces technologies modifie les relations entre l'espace privé et l'espace public, comment il modifie les relations interhumaines et influe sur la réflexion scientifique, dans des domaines aussi variés que l'Intelligence artificielle, le e-commerce et la protection des données personnelles, la santé, l'agriculture, la finance, la sécurité, les politiques publiques…

L'Académie des technologies formule des recommandations destinées à faire de ces avancées technologiques un progrès, en soulignant l'importance de développer de façon très prioritaire des outils de régulation concernant la propriété des données personnelles, la certification des algorithmes, la régulation du marché et la nécessaire identification de « l'humain qui exerce le contrôle et la responsabilité des outils utilisant les *Big Data* et leurs dérivés quelle qu'en soit leur autonomie ».

MISSION

## TECHNOLOGIES ET DIVERSITÉ DE GENRE

RESPONSABLES
Catherine Langlais
Alain Bravo

RÉFÉRENTE
Stéphanie Thine

L'objectif de la mission technologies et diversité de genre est de renforcer la présence, les contributions et la visibilité des femmes dans le monde des technologies. Le premier acte de cette mission a été l'adoption par l'Académie d'une charte pour la parité femmes/hommes fixant des objectifs pour 2025 et prévoyant, notamment, de faire évoluer ses propres instances vers la parité.

En parallèle, la mission a identifié des acteurs académiques, industriels et associatifs afin, d'une part, d'analyser l'ensemble des freins qui conduisent au constat d'une sévère sous-représentation des femmes dans les formations et métiers technologiques et, d'autre part, d'identifier les leviers permettant de progresser en partenariat avec eux.

Après s'être attaché précédemment aux questions éthiques générées par différentes technologies, le comité a décidé d'étudier comment les technologies peuvent se mettre au service de valeurs universelles telles que les objectifs mondiaux du développement durable (ODD). Après avoir participé, fin janvier, au colloque de lancement du cycle d'études « technologies émergentes et sagesse collective » (TESaCo) organisé par l'Académie des sciences morales et politiques, il a participé, à partir d'avril 2020, à un groupe de travail inter-académique « Comment intégrer les ODD aux politiques de relance après la crise pandémique ? ». Tout au long du deuxième semestre 2020, il a accompagné le Comité des travaux pour actualiser les feuilles de route 2021+ des pôles de l'Académie en tenant compte notamment de l'analyse systémique des ODD et de leur déclinaison française.

Le comité Éthique, société, technologies aborde désormais les conflits de valeurs et les problématiques soulevées par les technologies impliquées dans la transition écologique afin de proposer des outils d'aide à la décision pour les politiques publiques.

# FRANCE & INTERNATIONAL

L'Académie contribue à la gouvernance des questions technologiques, en particulier par l'engagement de ses membres au sein d'instances de réflexion et de décision en France, en Europe — notamment via Euro-CASE et son programme de conseil scientifique à la commission européenne SAPEA. À l'international, elle agit dans le cadre du Conseil international des académies d'ingénierie et des sciences technologiques (CAETS) et développe des accords de coopération avec les plus grands pays technologiques dans le monde.

## RÉGIONS

DÉLÉGUÉ AUX RELATIONS RÉGIONALES
Pascal Fournier

DÉLÉGUÉ TERRITORIAL SUD EST
Bernard Tramier

Les activités régionales ont été très réduites en 2020 en raison de la situation sanitaire. Un forum en ligne *Energy for Smart Mobility* (E4SM) a été organisé à Marseille par le pôle de compétitivité Capenergies, le média GreenUnivers et parrainé par l'Académie des technologies.

### Électricité, Hydrogène et biogaz : quelles solutions énergétiques pour la mobilité durable de demain ? Forum en ligne - 13 & 14 octobre 2020

La 3e édition d'E4SM s'est inscrite dans un contexte exceptionnel. L'impact économique de la crise sanitaire sur le secteur des transports incite les gouvernements européens à prendre des mesures sans précédent pour soutenir les différentes filières (huit milliards d'euros alloués au secteur automobile français). Cette situation de crise a conduit le Forum E4SM à réaffirmer un positionnement unique : accélérer la mise en œuvre de la mobilité intelligente nécessite de faire converger les acteurs des transports et de l'énergie au sein d'un écosystème décloisonné. En particulier, on ne peut pas multiplier les systèmes de distribution, souvent lourds et les pays doivent accorder leurs choix pour permettre une libre circulation d'un pays à un autre. Un objectif qui impliquera de bien cibler les sources énergétiques pour arriver à une adéquation optimale entre sources et usages. Bernard Tramier est intervenu lors de la session de clôture du forum.

# FRANCE

L'Académie s'est fixée comme objectif stratégique de renforcer son lien avec le monde des entreprises. Elle a fait de ce point fort le thème de sa convention triennale avec le CNRS ; elle a créé en 2019 un cénacle de personnalités, de chefs d'entreprises et de représentants du monde économique, présidé par Jean Pierre Raffarin, ancien premier ministre. Elle est membre du comité de pilotage du French GAIA-X Hub, dans le cadre de la mission confiée au Cigref par Cédric O, secrétaire d'État chargé de la transition numérique et des communications électroniques.

## Cénacle de l'Académie des technologies

Les missions de cette instance consultative sont d'inspirer l'Académie des technologies pour contribuer à orienter ses travaux, d'étendre l'influence de l'Académie dans tous les secteurs de l'économie, d'aider à développer l'attractivité des filières technologiques et d'anticiper les besoins en nouvelles compétences technologiques.

Composé d'un premier noyau d'une quinzaine de membres nommés pour trois ans (renouvelables une fois), le cénacle réunira à terme une cinquantaine de chefs d'entreprises en activité.

### LES MEMBRES DU CÉNACLE

Florent Battistella, président de Couach • Martin Bouygues, PDG Bouygues SA • Thierry Breton, commissaire européen au marché intérieur au Parlement européen • Eric Carreel, président fondateur de Withings • Elizabeth Ducottet, PDG de Thuasne • Louis Gallois, président de PSA • Clara Gaymard, Co-fondatrice de Raise · Raphaël Gorgé, PDG du Groupe Gorgé • Hervé Guillou, PDG de Naval group • Jean-Pierre Raffarin, président du Cénacle • Denis Ranque, président du CA Airbus SE • Stéphane Richard, PDG d'Orange • Augustin de Romanet, PDG d'Aéroport de Paris • Eric Trappier, PDG de Dassault Aviation • Philippe Varin, président du CA d'Orano • Pascal Viginier, président de l'Académie des technologies •

## CIGREF

Chaque État membre de l'Union européenne, intéressé par la démarche GAIA-X, est invité à organiser sur son territoire un hub permettant de fédérer les différentes parties prenantes de l'initiative, qu'elles en soient membres ou non. Cédric O, secrétaire d'état chargé de la transition numérique et des communications électroniques, a confié au Cigref, association des grandes entreprises et administrations publiques françaises et à ses partenaires — le pôle de compétitivité Systematic Paris-Région et l'Académie des technologies — la mission d'organiser le French GAIA-X Hub, confirmant l'annonce faite par Bruno Le Maire, ministre de l'économie, des finances et de la relance, à l'occasion du GAIA-X Summit, le 18 novembre dernier.

## CNRS

Dans le cadre des *Rencontres transdisciplinaires technologies et santé*, co-organisées avec le CNRS en partenariat avec la fondation de l'Académie des technologies et la fondation arts et métiers, deux colloques ont eu lieu : *ADN, polymères et big data*, le 26 octobre, et Interface cerveau – machine, le 2 novembre. Ces colloques s'appuyaient sur les travaux récents de l'Académie des technologies (*Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN*, rapport voté le 8 juillet ; *Interface cerveau – machine : applications médicales, technologie et questions éthiques* (à paraître).

## DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

L'Académie des technologies a contribué aux travaux inter-académiques *GIA sortie de crise*. La direction générale de la recherche et de l'innovation (DGRI) a présenté les objectifs de ces travaux au comité analyse, recherche et expertise (CARE) mis en place en mars 2020 par le président de la République. CARE a pour mission d'éclairer les pouvoirs publics sur les suites à donner aux propositions d'innovations scientifiques, technologiques et thérapeutiques formulées par la communauté scientifique – française et étrangère – pour répondre à la crise sanitaire de la Covid-19.

Les membres de la DGRI ont été invités aux deux colloques organisés avec le CNRS dans le cadre des *Rencontres transdisciplinaires Technologies et santé*. Le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI) travaille avec les organismes de recherche, entreprises, comités d'éthique et autres ministères concernés sur la question des neurotechnologies, qui englobent notamment les interfaces cerveau-machine (ICM). Le MESRI a en particulier animé la réflexion des acteurs français pour définir la position de la France dans les échanges internationaux sur les ICM. Une recommandation de l'OCDE fixe désormais un cadre international pour ces recherches et développements technologiques. Une déclinaison nationale est en cours de préparation par un groupe d'experts animé par la DGRI. Le rapport de l'Académie des technologies *Interfaces cerveau-machine : essais d'applications médicales, technologie et questions éthiques* fait référence à ces actions.

## OPECST

Le Conseil scientifique renouvelé en février 2020 est constitué de vingt-quatre personnalités de haut niveau, dont sept membres de l'Académie des technologies :

- Claudie Haigneré, première femme européenne spationaute, conseiller spécial du directeur général de l'Agence spatiale européenne (ESA) ;
- Valérie Masson-Delmotte, directrice de recherche au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), CEA, co-présidente du groupe de travail n° 1 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), membre du Haut conseil pour le climat, créé en 2018 et placé auprès du Premier ministre ;
- Hélène Olivier-Bourbigou, responsable des recherches dans le domaine de la catalyse moléculaire à l'IFP Énergies nouvelles (IFPEN) ;
- Alain Aspect, professeur à l'École polytechnique et à l'Institut d'optique, directeur de recherche au CNRS ;
- Jean-Paul Laumond, directeur de recherche au laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, LAAS-CNRS, à Toulouse ;
- Didier Roux, professeur au Collège de France ;
- José-Alain Sahel, directeur de l'Institut de la vision, maladies rares « Dystrophies maladies rétiniennes héréditaires ».

L'Académie des technologies est sollicitée régulièrement pour apporter son éclairage sur les études que mène l'Opecst. Elle a en particulier donné son point de vue sur la production d'hydrogène (les différents modes de production, les avantages et les inconvénients de chacune de ces techniques, les freins et les incitations à ces différents modes de production, les marges d'amélioration, les enjeux scientifiques, chimiques, technologiques, politiques, économiques, sociaux, environnementaux à prendre en compte) lors d'une audition privée le 5 novembre.

Par ailleurs, dans le cadre des rencontres science et politique de l'Opecst, l'Académie des sciences, l'Académie nationale de médecine et l'Académie des technologies ont participé aux échanges sur la robotique (19 février).

## FONDATION DE L'ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

La fondation de l'Académie des technologies a soutenu l'organisation, le 26 octobre, du colloque ADN, polymères et *Big Data* avec le CNRS, les académies des technologies et de médecine

En prolongement de la convention 2019 sur la mobilité terrestre du futur, la fondation a organisé l'accompagnement de six start-up par des académiciens.

Elle a poursuivi la mise en place, avec l'université de Lorraine et l'IRT M2P de Metz, d'une formation Bac+2/+3, *TINA M2P*, chemin d'apprentissage numérique allant du cahier des charges et de la conception 3D à la réalisation par fabrication additive, avec optimisation topologique d'un drone paramétrable, sur la plateforme 3D-experience de Dassault-Systèmes.

Quatre numéros de la publication trimestrielle de la Fondation sont parus en 2020 : *Stocker les mégadonnées dans un monde fini ; Le stockage électrochimique de l'énergie : enjeux et futurs défis ; Le développement de la blockchain en Chine ; Les robots dans l'industrie.*

La fondation de l'Académie des technologies a participé à la préparation du projet Frontières de l'ingénierie, séminaire de formation continue de cadres techniques, en partenariat avec des acteurs industriels et académiques des pays africains francophones. La première session est prévue en 2021 sur les thèmes « numérique et agriculture », « numérique et santé ».

# INTERNATIONAL

DÉLÉGUÉ
Bruno Revellin-Falcoz

**En 2020, les relations internationales ont été actives malgré l'absence de déplacements liée au coronavirus. Ces activités se sont développées au sein de CAETS qui réunit maintenant 30 pays dans le monde et d'Euro-CASE. Grâce à la mise en place de sites web appropriés, la circulation des informations sur les travaux des académies a pu être renforcée.**

## AFRIQUE

L'Académie et sa Fondation ont initié deux projets en Afrique de l'Ouest, pilotés par Bruno Jarry et Patrick Ledermann : la diffusion de la technologie d'apprentissage numérique TINA, et le séminaire Frontières de l'ingénierie, qui réunira 40 jeunes ingénieurs francophones de la région en avril 2021 à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

## ALLEMAGNE

L'Académie des technologies et Acatech entretiennent des relations régulières qui portent sur l'ensemble des activités technologiques des deux pays.

Des échanges ont eu lieu au sujet de la gestion de la pandémie sous ses aspects technologiques ainsi qu'économiques. Dans le cadre de la création de la plateforme européenne GAIA-X, lancée à l'initiative de la France et de l'Allemagne, les deux académies ont décidé de créer un groupe de travail.

## CHINE

Les travaux avec l'Académie chinoise d'ingénierie (CAE) portent sur le nucléaire et son environnement, travaux qui ont donné lieu à la publication d'un rapport. La poursuite de ces travaux porte maintenant sur l'hydrogène.

Des échanges se poursuivent sur la fabrication additive, la tuberculose et les systèmes de détection des pathologies dermatologiques.

## CORÉE

L'Académie des technologies a participé au comité énergie du CAETS, piloté par l'Académie nationale d'ingénierie de Corée (NAEK) pour finaliser le rapport approuvé à Séoul.

## CAETS

La conférence annuelle du *Council of Academies of Engineering and Technical Sciences* a eu lieu en visio-conférence à partir de Séoul.

Sous le titre *Engineering a better world : Smart Society*, des spécialistes du monde entier ont échangé sur les thèmes énergie, objectifs de développement durable, diversité et inclusion, éducation/formation, communication avec le public.

## Euro-CASE

Euro-CASE est une association regroupant les académies de technologies et d'ingénierie de vingt-trois pays européens et dont l'Académie des technologies est un membre fondateur.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL
Yves Caristan,
membre de l'Académie des technologies

CONSEIL D'ADMINISTRATION
Bruno Revellin-Falcoz, Gérard Creuzet,
représentants de l'Académie des technologies

### Plateformes de travail

Plusieurs membres de l'Académie des technologies ont contribué aux travaux des plateformes de travail d'Euro-CASE :

- *Engineering Education,* avec la publication du rapport sur le thème « Défis et opportunités pour la formation future des ingénieurs en Europe » ;
- *The Future of Work ;*
- *Early Carrier Professionnals,* qui étudie les relations entre les jeunes ingénieurs et scientifiques avec les académies.

### Covid -19

Euro-CASE a pris une position positive sur le plan de relance européen. Par ailleurs, l'association a créé un groupe de travail sur la communication scientifique dans un monde post-Covid.

### Conférence annuelle

La conférence annuelle 2020 a été organisée en visioconférence par l'académie croate des technologies (HATZ) et Euro-CASE sur le thème des *Défis de la transition énergétique européenne*. L'édition 2021 sera organisée par la Royal Academy of Engineering (RAEng) du Royaume-Uni le 25 Novembre à Londres.

### SAPEA

Lancé en 2017, le *Science Advice for Policy by European Academies* fait partie du *Scientific Advice Mechanism*, mécanisme de conseil scientifique de la Commission européenne. SAPEA a pour objectif de rassembler l'expertise scientifique indépendante de plus de cent académies européennes de plus de quarante pays. Ce projet est financé par *Horizon 2020* à hauteur de six millions d'euros sur quatre ans depuis 2017 et a été prolongé d'un an par la Commission jusqu'en décembre 2021. Il s'appuie sur un consortium de cinq réseaux académiques européens : Academia Europaea, la fédération européenne des académies des sciences et des humanités, ALLEA, le conseil consultatif scientifique des académies européennes EASAC, la fédération des académies européennes de médecine (FEAM) et Euro-CASE pour les académies des technologies.

### Les rapports

Depuis 2017 plusieurs rapports ont été élaborés avec la collaboration de l'Académie des technologies : *Cybersécurité ; Les nouvelles technologies de l'agriculture ; Se nourrir à partir de l'Océan ; Processus d'autorisation des pesticides en Europe ; Le captage et l'utilisation du dioxyde de carbone ; Les microplastiques ; Transformer le futur du vieillissement ; Le conseil scientifique pour la prise de décision politique et Les systèmes alimentaires soutenables.*

Actuellement, Euro-CASE est en charge, pour le consortium SAPEA, de la rédaction d'un rapport adoptant une approche systémique de la transition énergétique en Europe. Il sera publié au premier trimestre 2021.

### SAPEA+

SAPEA et la Commission européenne ont engagé des négociations pour la continuation de leur collaboration après 2021. Un nouveau contrat avec le consortium, SAPEA+, serait financé par *Horizon Europe*.

### Frontiers of Engineering

Les cycles d'échange organisés par Euro-CASE et l'Académie nationale d'ingénierie américaine (NAE) ont pour objectif de faire se rencontrer des jeunes ingénieurs et scientifiques d'Europe et des États-Unis. Le symposium, qui devait avoir lieu aux États-Unis en 2020, a été reporté à 2021. Il sera organisé par l'Académie royale des sciences de l'ingénieur de Suède (IVA) et l'Académie nationale d'ingénierie américaine (NAE) dans les locaux de Nokia Bell Labs.

## ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

L'Académie nationale d'ingénierie américaine a présenté le programme des grands défis technologiques dans le cadre des objectifs de développement durable définis par l'ONU. Ce programme vise à fournir des bourses d'études à de jeunes étudiants, en liaison avec l'Académie chinoise d'ingénierie et l'Académie royale d'ingénierie anglaise.

## INDE

L'Académie des technologies poursuit ses échanges avec l'Académie nationale d'ingénierie indienne (INAE) sur les thèmes technologiques du futur en vue de mettre en place des groupes de travail communs.

## JAPON

La conférence internationale annuelle du STS (Forum Science et technologie dans la société) a été organisée en visio-conférence. Présidée par le Premier ministre du Japon, elle a rassemblé de très nombreux participants sur les thèmes énergie et environnement, TIC et villes intelligentes, innovation, santé, ressources, éducation.

## ROYAUME-UNI

À l'initiative de l'Académie royale d'ingénierie anglaise, l'Académie des technologies a participé à plusieurs groupes de travail relatifs au coronavirus : systèmes de détection, tests, masques, technologies de la protection contre les maladies nosocomiales.

# VEILLE, DIFFUSION & COMMUNICATION

Émettre des propositions et des recommandations auprès des pouvoirs publics et des acteurs socio-économiques pour une meilleure exploitation des technologies au service de l'homme ; éclairer la société sur les opportunités et les risques liés aux nouvelles technologies : tels sont les deux objectifs principaux de l'Académie pour développer une intelligence collective des questions technologiques.

Les académiciens nourrissent leurs réflexions d'échanges avec des personnalités du monde politique, économique et industriel, lors des rencontres-débats, des séances académiques — devenues bimensuelles en 2020 — et des auditions dans le cadre des travaux académiques.

Pour diffuser une culture technique et industrielle, l'Académie publie des avis, des rapports, organise des colloques, cette année en visioconférence. Elle est partenaire de prix qui distinguent les acteurs de la recherche. Elle met en place des actions de communication, comme le sondage Ifop sur la perception des technologies par les Français ou des dossiers faisant l'état de l'art sur une question technologique (Brèves).

## **SÉANCES** THÉMATIQUES

### COMITÉ DES TRAVAUX

PRÉSIDENT
Yves Bamberger

ADJOINTE
Muriel Beauvais

**8 JANVIER**

### Perspectives du photovoltaïque à horizon 2030

Séance organisée par Jean-François Minster

Des scientifiques et des acteurs industriels donnent leur point de vue sur les perspectives du photovoltaïque et les fondements technologiques et industriels de l'évolution de cette industrie.

**22 JANVIER**

## ADN : lire, écrire, stocker l'information

Séance organisée par François Képès

Répondre au besoin croissant de capacités de stockage et d'archivage des données numériques de façon durable nécessite d'explorer de nouvelles voies technologiques. Cette séance fait le point sur les limites des technologies de stockage actuelles des données numériques et les perspectives, en particulier la piste de l'ADN.

**12 FÉVRIER**

## La technologie exclura-t-elle des travailleurs dans le futur ?

Séance organisée par René Amalberti

Les révolutions numérique et robotique transformeront les besoins en compétences des travailleurs dans les usines du futur et il est probable qu'une partie des salariés les moins diplômés aura des difficultés à se reconvertir. Cette séance tente de comprendre l'ampleur réelle du phénomène et ses conséquences potentielles sur la société, son lien avec les nouvelles technologies, et évoque les solutions imaginées — ou déjà mises en œuvre — pour réduire ces risques.

**26 FÉVRIER**

## Les médias, l'IA et le quantique au CES 2020

Séance organisée par Alain Pouyat

Fort de son passé dans le domaine de l'électronique grand public, le Consumer Electronic Show demeure le grand rendez-vous mondial des médias et des télécoms. Très fortement bouleversés par le numérique, comment les acteurs de ces secteurs s'adaptent-ils et se transforment-ils ? Le salon présente aussi les applications avancées de l'IA et du quantique. Ces technologies très médiatiques aujourd'hui sont-elles réellement intégrées dans les produits présentés ? Cette séance tente de démêler le vrai du faux.

**11 MARS**

## Technologues, technologies et diversités

Séance interne organisée par Bernard Chevassus-au-Louis

Comment les technologues prennent-ils en compte la diversité des entités auxquelles s'appliquent leurs technologies ? Des académicien(ne)s donnent leur point de vue dans différents domaines : industries alimentaires, automobile, numérique, santé, recherche finalisée.

**25 MARS**

*Séance interne en deux parties*

## La radio opère sa transition numérique *(1er partie)*

Intervention de Nicolas Curien

Pour survivre, la radiodiffusion doit devenir numérique et la FM doit donc progressivement céder la place au Digital Audio Broadcasting. Longtemps retardé, le déploiement de cette technologie est désormais en essor rapide en France. L'objet de cette séance est de faire partager l'histoire, les enjeux, et le déroulement programmé de ce projet ambitieux piloté par le Conseil supérieur de l'audiovisuel dont Nicolas Curien est membre.

## Réussir la contribution de la France aux objectifs du développement durable (ODD) *(2e partie)*

Intervention de Gérard Payen

Cette séance présente l'Agenda 2030 (programme d'action adopté par les Nations Unies, structuré en objectifs de développement durable à horizon 2030 dans des domaines aussi variés que l'éducation, la santé, le développement urbain) ainsi que la stratégie de la France dans ce programme.

**8 AVRIL**

## *Fake news*

Séance interne organisée par René Amalberti

Pour définir une stratégie possible de l'Académie face aux *Fake news*, cette séance aborde cette notion à travers quelques exemples sectoriels ainsi que les stratégies menées par d'autres académies.

**22 AVRIL**

## Évolutions épidémiques et questions associées

Séance interne co-organisée par René Amalberti, Yves Levi et Pierre-Étienne Bost

Quelques fondamentaux sont rappelés tels que la dynamique des épidémies, leur fin, le déconfinement et, plus globalement, la façon dont la population fait face à ces drames.

**13 MAI**

*Séance interne en deux parties*

### Un enjeu diplomatique et militaire pour la transition énergétique : le pétrole *(1er partie)*

Intervention d'Olivier Appert

Depuis un siècle, le secteur de l'énergie est influencé par la géopolitique et le sera encore pour des décennies. Cette séance présente les facteurs clés de ce secteur et leur évolution en lien avec la pandémie de la Covid-19.

### La bourse ou la vie ? Le confinement analysé par les économistes *(2e partie)*

Intervention de Jean-Michel Charpin

La pandémie de la Covid-19 est la première crise dans l'histoire mondiale dont les effets sont la conséquence d'un arrêt volontaire de l'économie pour limiter le nombre de décès. Cette séance analyse les décisions des autorités publiques et leurs conséquences sur les entreprises et les ménages, ainsi que sur les déficits publics et leur financement. Elle est aussi l'occasion de s'interroger sur les conséquences sur les secteurs sinistrés, les politiques de prévention, la division internationale du travail, les gains de productivité et la solidarité européenne.

**27 MAI**

### La fabrication additive : opportunité, nécessité ?

Séance organisée par Alain Bernard

La fabrication additive (FA) est-elle encore une niche ou est-elle devenue une réalité industrielle ? Cette séance fait le point sur les enjeux et opportunités de la FA, ses derniers développements et sa maturité industrielle.

**10 JUIN**

### Point d'avancement sur deux études en cours

Séance interne avec la participation de Michael Matlosz, responsable du groupe de projet transverse Économie circulaire, Bruno Jarry et les pilotes du groupe inter-académique Sortie de crise Coronavirus.

**24 JUIN**

*Séance interne en trois parties*

### Le rôle holistique des plateformes dans la transformation numérique *(1er partie)*

Intervention de Gérard Roucairol

Le confinement a démontré l'importance des plateformes numériques pour pallier l'absence de mobilité et pour offrir de nouveaux services aux individus, organisations et entreprises. Rendu possible par l'évolution technologique des infrastructures numériques, un modèle de transformation numérique émerge : celui des plateformes qui réintermédient et modifient profondément les activités individuelles ou collectives, publiques ou privées. Cette séance décrit la nature des traitements de données sur lequel se fonde la plateformisation, l'architecture informatique d'une plateforme, le marché mondial des fournisseurs et opérateurs de plateformes et aborde les éléments d'une stratégie européenne d'indépendance et de souveraineté.

### Sortir du nucléaire en produisant toute l'électricité française par des énergies renouvelables ? *(2e partie)*

Intervention de Dominique Vignon

La ministre du travail, de l'emploi et de l'insertion, Élisabeth Borne, a demandé à EDF de réfléchir à un mix électrique 100 % énergies renouvelables. Une simulation de ce mix incluant le stockage des énergies intermittentes et réalisée par le pôle Énergie est présentée. Certaines impasses physiques sont décrites et les principales conséquences économiques sont analysées. Ce sujet fait l'objet de travaux complémentaires qui devraient conduire à un avis de l'Académie sur ce document.

### Les opérateurs de la ville durable : se transformer ou disparaître ? *(3e partie)*

Co-organisée par François Bertière, Alain Pouyat et Bernard Saunier

Les opérateurs urbains, confrontés à l'évolution rapide des villes et des besoins des habitants, sont amenés à se transformer. Les collectivités locales doivent également adapter leur gouvernance et la réglementation. Demain, qui gérera la ville durable, qui la financera, qui la gouvernera ? Telles sont les questions posées au cours de cette séance.

**8 JUILLET**

### L'évolution et les suites de la pandémie de la Covid-19

Séance co-organisée par René Amalberti, Pierre-Etienne Bost et Yves Levi

Cette séance fait le point sur l'évolution actuelle et possible de la pandémie en France et à l'étranger, et sur les options thérapeutiques des infections par coronavirus. Elle est aussi l'occasion d'entreprendre une réflexion sur les leçons à retenir de cette crise pour faire face à une éventuelle nouvelle pandémie.

**9 SEPTEMBRE**

## Les enjeux de l'eau douce en France

Séance co-organisée par Gérard Payen et Jacques Gaillard

Les variations dans le temps des précipitations, du climat, des usages et des pollutions de l'eau font de la gestion de l'eau un sujet évolutif. Cette séance est consacrée aux principaux enjeux de l'eau pour la France, à la lumière des objectifs de développement durable.

**23 SEPTEMBRE ET 14 OCTOBRE**

## ODD, résilience

Séance interne co-organisée par Yves Bamberger et Alain Bravo

Il s'agit d'une séance programmatique pour les pôles de l'Académie, prenant en compte les crises survenues en France et dans le monde et les objectifs de développement durable français.

**4 NOVEMBRE**

## Projets de culture technique et industrielle des investissements d'avenir

Séance organisée par Bernard Chevassus-au-Louis

Dans le cadre du programme d'investissements d'avenir lancé en 2010, un appel d'offres spécifique dédié à des projets de culture scientifique, technique et industrielle a été mis en place. Certains des projets sélectionnés visant plus particulièrement le développement de la culture technique et industrielle et la sensibilisation aux métiers de l'industrie sont présentés ainsi que leur bilan.

**18 NOVEMBRE**

## Technologies pour les batteries : enjeux et perspectives

Séance organisée par Patrice Simon

Après une présentation des enjeux du développement des batteries pour les usages de mobilité, de stockage stationnaire et de puissance, utilisateurs et fabricants présentent respectivement leurs besoins, les développements technologiques actuels ainsi que leur vision sur l'évolution de ces technologies.

**9 DÉCEMBRE**

## Évolution des technologies d'observation de la Terre depuis l'espace

Séance organisée par Michel Courtois

Cette séance fait le point sur l'état de l'art des systèmes spatiaux d'observation spatiale optique (instruments, satellites, systèmes) et leur évolution en France, en Europe et dans le monde. En particulier, sont abordés le traitement des données au sol, le rôle du *Big Data* et de l'intelligence artificielle ; des exemples d'application sont présentés.

**16 DÉCEMBRE**

## Les nouvelles technologies vont–elles envahir nos cuisines ?

Séance organisée par Alain-Michel Boudet

S'appuyant sur les travaux du groupe projet Industries alimentaires, cette séance présente les équipements culinaires existants et imaginables ainsi que les développements en matière de jumeaux numériques pour virtualiser les procédés à mettre en place dans le cas de nouvelles recettes alimentaires. Elle aborde aussi la dimension sociologique de l'alimentation, avec l'évolution des comportements et les nouveaux services alimentaires.

# **CONFÉRENCES** & COLLOQUES

**26 OCTOBRE**

## ADN, polymères et *Big Data*

Colloque organisé avec le CNRS, en partenariat avec la Fondation de l'Académie des technologies et la Fondation Arts et Métiers

Cette journée a rassemblé des experts en biologie, chimie et informatique pour discuter du stockage et de l'archivage des mégadonnées numériques. L'utilisation de centres de données ne sera pas soutenable au-delà de 2040, car ceux-ci sont trop consommateurs de ressources en terrain, électricité, eau et matériaux rares. De plus, la durée de vie limitée des supports actuels de stockage des données oblige à des recopies périodiques. Un support de stockage tel que l'ADN est une piste pour lever ses verrous. Les technologies requises existent mais nécessitent encore des progrès pour être viables sous cinq à vingt ans.

**2 NOVEMBRE**

## Interfaces cerveau-machine

Colloque organisé avec le CNRS, en partenariat avec la Fondation de l'Académie des technologies et la Fondation Arts et Métiers

Lorsque le cerveau n'est plus connecté au corps suite à un accident ou une pathologie dégénérative, interagir avec le monde devient difficile voire impossible. Les interfaces cerveau-machine présentent d'innombrables applications médicales et permettront à terme de restaurer des fonctions motrices ou sensorielles partiellement ou totalement perdues. Des experts reconnus au niveau international en neurosciences, informatique, robotique, et intelligence artificielle ont présenté leurs travaux dans ce domaine. Des médecins, sociologues, économistes et juristes ont exprimé leur point de vue sur ces avancées scientifiques et technologiques et leur impact sur la médecine.

# **RENCONTRES**-DÉBATS 2020

**8 JANVIER**

Dominique Gaillard,
Président de France INVEST

Les enjeux du Private Equity et du capital risque en France en 2020.

**8 JUILLET**

Marie-Claude Dupuis,
Directrice Stratégie, Innovation et Développement,
Groupe RATP

Les enjeux de la mobilité urbaine et de la ville durable.

**9 SEPTEMBRE**

Cédric O,
Secrétaire d'État chargé de la Transition numérique et des Communications électroniques

Axes de réflexion sur les questions technologiques.

**14 OCTOBRE**

Jean-Pierre Bourguignon,
Président du Conseil européen de la recherche

Le Conseil européen de la recherche (ERC), un succès européen.

**4 NOVEMBRE**

Guillaume Boudy,
Secrétaire général pour l'investissement

Le PIA, pour préparer l'avenir.

**9 DÉCEMBRE**

Laurence Tubiana,
Directrice de la Fondation européenne pour le climat

Les enjeux climatiques au niveau européen.

# **SÉMINAIRE** ANNUEL

ANIMATEURS
Alain Bravo, Yves Bamberger

## Quelles transitions technologiques pour quelle transition écologique ?

Le thème du séminaire annuel a été choisi pour contribuer à la réflexion des pôles et enrichir leur vision systémique en vue de finaliser leur feuille de route 2021-2022, soit les sujets sur lesquels l'Académie pourrait travailler et donner des avis.

Dans cette période où règnent incertitudes et controverses, les choix technologiques dans les différents secteurs de l'activité humaine pour aller vers la réalisation des objectifs de développement durable doivent prendre en compte plusieurs leçons :

- les crises des dernières décennies ont renforcé le questionnement sur la croissance et son découplage avec l'impact des activités humaines ; elles ont sensibilisé aux diverses dimensions de la résilience et accentuéles débats sur les apports des sciences et des technologies ;
- la crise sanitaire actuelle a mis en lumière les vulnérabilités et fractures de notre société mais aussi ses forces, au travers de nombre d'initiatives à tous les niveaux – local, européen.

Ce séminaire virtuel a permis de réfléchir collectivement sur toutes ces questions, autour de :

- Trois interventions de personnalités invitées :
  - Chantal Jouanno : *Pourquoi débattre avec la société des choix technologiques impliqués par la transition écologique ?*
  - Gaël Giraud : *Transformer le carré infernal minerais-eau-énergie-biomasse en carré magique*
  - Jean Pariès : *Résilience : Notion, vocabulaire et champs d'application.*
- Quatre sessions parallèles réunissant les académiciens ;
- Un débat général, conclu par deux grands témoins :
  - Denis Ranque : « *Vision, Timing, Esprit de Système, Méthode* »
  - Michèle Pappalardo : « *Le grand Récit le moment, l'expertise, la légitimité* ».

# **PRIX**

DÉLÉGUÉE
Catherine Langlais

La situation sanitaire particulière de l'année 2020 a perturbé le déroulement des Prix auxquels contribue l'Académie des technologies.

Les **Grands Prix de l'Académie** qui ont pour vocation d'encourager, de soutenir et de valoriser de jeunes entreprises innovantes d'un secteur industriel particulier ont été reportés à 2021.

Le jury du **Prix Marius Lavet** distinguant un ingénieur inventeur français, de quelque domaine qu'il soit dont l'invention est reconnue et a connu un développement industriel, a désigné ses trois finalistes 2020. La remise du prix a été reportée en 2021, et pour cette raison il n'y aura pas d'appel à candidatures l'année prochaine.

Le jury du **Prix Roberval**, concours international francophone récompensant des œuvres expliquant les technologies a désigné fin septembre ses nominés, finalistes 2020. Les lauréats seront désignés et récompensés lors d'une cérémonie théoriquement prévue au premier trimestre 2021.

Le **Prix Jean Jerphagnon**, qui récompense l'innovation dans le domaine de l'optique-photonique, a en revanche été remis, comme chaque année. Le jury et son président, Alain Aspect, ont récompensé Antoine Dubrouil, physicien et fondateur de Femto Easy. La cérémonie inscrite dans le cadre des Rendez-vous Optique-Photonique pour l'industrie du futur organisés par l'Institut Mines-Télécom et l'Académie des technologies a pris la forme d'un webinaire le 9 juillet.

Le **Prix Paul Caseau**, organisé en partenariat avec EDF distingue chaque année trois jeunes docteurs dans les domaines de l'énergie, de la modélisation et de l'informatique. La remise du prix aux lauréats 2020 initialement prévue le 18 novembre à l'Institut de France a été annulée compte tenu de

la crise sanitaire et remplacée par une présentation vidéo des travaux des lauréats disponible sur les sites internet des partenaires du prix.

Enfin, le jury du **Prix Irène Joliot Curie** s'est tenu le 19 octobre. Ce prix créé en 2001 par le Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI), en partenariat avec l'Académie des sciences et l'Académie des technologies depuis 2011, est destiné à promouvoir la place des femmes dans la recherche et la technologie en France.

Il comporte trois catégories : « Femme scientifique de l'année », « Jeune femme scientifique » et « Femme, recherche et entreprise ». L'Académie des technologies contribue plus particulièrement à cette dernière catégorie qui récompense une femme ayant développé des innovations scientifiques ou techniques dans une fonction de recherche & développement, en travaillant au sein d'une entreprise, ou en contribuant à la création d'une entreprise.

Les lauréates de cette 19e édition sont :

- Fariba Adelkhah,
  Prix de la « Femme scientifique de l'année » ;
- Céline Guivarch,
  Prix de la « Jeune Femme scientifique » ;
- Sandrine Lévêque-Fort,
  Prix « Femme, recherche et entreprise ».

D'autre part, nos partenaires des Prix « Constellium » et « Bonnes Nouvelles des Territoires » ont décidé de mettre un terme définitif à leurs prix.

# **PUBLICATIONS** & AVIS

DÉLÉGUÉ
François Lefaudeux

RESPONSABLE
Béatrice Lathuile-Navergoni

COMITÉ DE LA QUALITÉ
PRÉSIDENT
Jean Frêne

SUIVI
Béatrice Lathuile-Navergoni

## *Textes adoptés en 2020*

### Retour d'expérience de la gestion des grands projets

*Rapport commun voté le 8 janvier*

L'Académie des technologies ainsi que l'Académie de l'air et de l'espace se sont intéressées aux compétences et méthodes nécessaires pour piloter les grands projets. Les retours d'expérience de grands projets, l'analyse des forces et faiblesses de l'ingénierie conseil française, dans un conexte international, ont été analysés pour dégager des enseignements pour les projets à venir. Il ressort en particulier de ces expériences l'importance du facteur humain dans la conduite de projets.

### Attractivité des métiers, attractivité des territoires : des défis pour l'industrie

*Rapport voté le 8 janvier*

L'industrie se recompose sur les territoires, mais les emplois en tension, voire en pénurie, freinent sa croissance et sa modernisation. Ces tensions soulèvent des questions d'attractivité des métiers et des territoires, attractivité qui repose sur des représentations collectives. L'Académie préconise notamment une politique ambitieuse et volontariste de la part de tous les acteurs pour développer la formation professionnelle et l'emploi industriel dans les territoires.

### Avis de l'Académie sur la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et sur la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)

*Avis d'urgence voté le 12 février*

Dans le cadre des ultimes consultations sur la SNBC et la PPE, l'Académie a donné son avis sur les chances d'atteindre les objectifs fixés pour différents secteurs. Ces objectifs lui paraissent peu réalistes. La réussite de ces politiques requiert notamment de restaurer un signal-prix du carbone fort, et d'apprécier la dimension européenne et internationale de la transition écologique et énergétique.

### Pour une circulation vertueuse des données numériques

*Avis d'urgence voté le 10 avril*

La pandémie de la Covid-19 a révélé et accéléré le recours au numérique, notamment pour estimer sa propagation, mieux suivre un patient voire prédire l'évolution de sa maladie et ainsi mieux lutter contre la pandémie. La circulation des données numériques peut assurer une résilience

accrue de la société, tout en respectant ses valeurs fondamentales et ses lois. Une labellisation des solutions de circulation qui garantisse leur caractère vertueux et sécurisé pourrait être mise en place au niveau européen.

### Avis relatif à la présence et à l'activité du coronavirus SARS-CoV-2 dans les eaux usées

*Avis d'urgence voté le 24 avril*

L'Académie des technologies estime important de faire progresser la connaissance sur le devenir, l'élimination, l'inactivation des virus dans les eaux usées et leur transfert vers l'environnement, et en particulier concernant le SRAS-CoV-2, pour adapter les stratégies en matière de désinfection et d'utilisation des eaux usées traitées. Elle souligne qu'une telle recherche contribuera à la compréhension de la pandémie actuelle et des épidémies futures et de leur progression.

### Archiver les mégadonnées au-delà de 2040 : la piste de l'ADN

*Rapport voté le 8 juillet*

La lecture, l'écriture et le stockage d'informations par les acides nucléiques connaissent des avancées spectaculaires, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives aux médecines régénérative et génomique, à la biotechnologie et à la recherche académique. Des recommandations sont émises dans les domaines de la lecture, de l'écriture et du stockage et, en particulier, sur les conditions réglementaires et organisationnelles permettant de tirer parti de ces avancées à l'échelon national.

### Crise de la Covid-19. Accélérer la transformation numérique. Pour une France plus agile et moins dépendante

*Avis d'urgence voté le 15 juin*

Le confinement temporaire du pays dû à la crise sanitaire a accéléré l'usage des techniques numériques par la société pour compenser la limitation des déplacements. De nouveaux usages et applications se sont multipliées dans de nombreux domaines. Pour accompagner cette dynamique et l'accélérer, l'Académie recommande notamment le déploiement de plateformes numériques adaptées à chaque domaine. Elles doivent reposer sur les standards nés de l'initiative franco-allemande de fédération d'un *cloud* souverain GAIA-X.

### Dix questions à Bernard le Buanec sur les semences

*Dix questions à, 8 juillet*

Le débat sur les semences et les variétés cultivées divise particulièrement en France. Scientifiques, ou technologues, décideurs politiques, lanceurs d'alerte, médias et professionnels de l'agriculture et de l'amélioration des plantes ont souvent des référentiels différents. De plus, de nombreuses émissions de radio et de télévision consacrées aux semences sont souvent très générales et sans débats contradictoires. Ces 10 questions ont pour ambition de donner à nos concitoyens les éléments essentiels de compréhension, fondés sur les publications scientifiques.

### Rôle de l'hydrogène dans une économie décarbonée

*Rapport voté le 29 juillet*

L'Académie présente les grands enjeux de l'hydrogène pour la transition écologique et le développement industriel. Elle définit des priorités aux usages de l'hydrogène décarboné en prenant en compte les aspects économiques souvent négligés. Elle préconise le développement d'une industrie française et européenne couvrant toute la chaîne de la production à l'utilisation de l'hydrogène en visant les marchés mondiaux. Enfin elle recommande l'accroissement de l'effort de recherche et développement.

### Interfaces cerveau-machine : essais d'applications médicales, technologie et questions éthiques

*Rapport commun avec l'Académie nationale de médecine, 28 octobre*

Les applications médicales de l'Interface Cerveau–Machine (ICM) visent à restaurer la mobilité d'un ou plusieurs membres suite à un accident ou une maladie. La recherche mondiale explose et l'arrivée d'entreprises technologiques de très haut niveau dans un paysage uniquement académique augure de développements rapides dans ce domaine très compétitif. Les académies recommandent notamment un soutien public en faveur de la recherche académique et des startups, la création d'une structure de mise en réseau des unités de recherche travaillant dans le domaine. Ce thème doit aussi être retenu dans les futurs programmes de R&D européen H2020 et Horizon Europe.

### Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir des futurs citoyens

*Rapport commun avec l'Académie des sciences, novembre*

Les Académies insistent sur l'importance et la nécessité d'un enseignement pour tous les élèves, dès le plus jeune âge, qui englobe les mathématiques, les sciences de la nature, l'informatique et les technologies, et d'une formation adéquate pour les professeurs des écoles. Les thèmes environnementaux actuels offrent une opportunité pluri-

disciplinaire de renforcer l'enseignement de S&T dans les écoles.

### Le stockage inter-saisonnier de chaleur dans le secteur résidentiel-tertiaire : un moyen de réduire notre empreinte carbone

*Communication, 9 décembre*

Le stockage inter-saisonnier de chaleur est particulièrement adapté aux usages de chauffage, de rafraîchissement et de refroidissement des secteurs résidentiel et tertiaire. Alors que cette approche permet de réduire la part d'énergies fossiles dans la consommation énergétique, et quelle est déployée dans plusieurs pays, elle est très peu développée en France. L'Académie présente les technologies permettant le stockage de l'énergie thermique, décrit les systèmes adaptés au stockage inter-saisonnier à grande échelle dans les secteurs résidentiel et tertiaire et les obstacles qui s'opposent à leur déploiement en France.

# COMMUNICATION & MÉDIAS
## DÉLÉGATION À LA COMMUNICATION

DÉLÉGUÉE
Marie Meynadier

RESPONSABLE DU PÔLE COMMUNICATION
Catherine Côme

La communication a poursuivi en 2020 ses actions pour le développement de l'impact des travaux de l'Académie vis-à-vis des choix et orientations relatifs aux technologies, ainsi que de la compréhension et de l'attractivité de celles-ci par et pour le plus grand nombre. Elle s'est, pour ce faire, appuyée sur des communications via la presse au sens large, le web et les réseaux sociaux.

### Médias

Les publications de l'Académie et les prises de paroles des académiciens dans les médias ont ensemble généré plus de 600 articles et interviews dans la presse (imprimée, électronique, radio et télévision).

2020 a été marquée par une priorisation de la communication dans la presse des productions académiques. Les prises de parole dans la presse des porteurs de travaux académiques ont ainsi augmenté dans le but d'une meilleure divulgation de ces travaux.

### Site web et médias sociaux

L'audience du site web est de 30 000 visiteurs annuels et 74 000 pages vues. L'actualité et les publications de l'Académie sont également relayées sur les médias sociaux.

### Brèves

L'académie a défini un nouveau format permettant l'expression d'un point de vue académique, établi collectivement, dans un délai court. Ce format dit de Brèves permet désormais à l'Académie de prendre position sur des sujets d'actualité. Deux premières brèves ont été publiées en 2020 :

- L'une en amont des États-généraux de l'enseignement numérique sur les enjeux de cet enseignement
- La seconde à l'occasion du vote par l'Assemblée nationale d'une résolution demandant au gouvernement de s'assurer que les lois contribuent aux objectifs de développement durable ODD

## Sondage IFOP sur la perception des technologies

Pour la troisième année consécutive, l'Académie des technologies a cherché à comprendre et analyser la perception des Françaises et Français et son évolution à l'égard des nouvelles technologies.

Ce baromètre annuel, réalisé en 2020 par l'Ifop, montre que les technologies constituent une source croissante d'inquiétude. Les Françaises et Français sont désormais une majorité (56 %) à se dire inquiets à ce sujet (+ 15 points par rapport à l'an dernier). Par ailleurs, ils sont nettement moins nombreux qu'il y a une dizaine d'années à reconnaître leur impact positif sur le quotidien : 45 % pour la santé (-25 points), 25 % pour l'alimentation (-21 points) et 21 % pour l'environnement (-28 points).

Malgré ces inquiétudes, 61 % estiment que le progrès technologique reste synonyme de progrès pour l'humanité et 75 % se déclarent majoritairement intéressés par les nouvelles technologies. Le sondage révèle le sentiment d'un fort déficit d'information sur ces sujets. Seulement 33 % estiment être suffisamment bien informés, un chiffre inchangé depuis 2001. Plus des trois quarts (77 %) souhaitent être plus impliqués dans les décisions sur des technologies controversées et estiment (75 %) que le gouvernement n'informe pas suffisamment de leurs conséquences.

Les résultats mettent également en lumière le nombre limité d'institutions et de personnes suffisamment crédibles pour combler leurs attentes. Ainsi, seuls les scientifiques et les journaux scientifiques ont la confiance d'une majorité de Français et de Françaises, loin devant les représentants du gouvernement. Enfin, la France, à l'image de l'Europe, est loin d'apparaître en pointe en matière de recherche scientifique et technologique.

## Charte de la communication

Une charte de communication rappelant comment la communication s'intègre au travail académique et engageant les académiciens et académiciennes à porter la parole collective de l'Académie, dans un contexte de défiance et de désinformation croissantes, a été votée en décembre 2020.

## Nouveau logo

L'Académie a souhaité, pour son vingtième anniversaire, rajeunir son identité graphique et en particulier se doter d'un nouveau logo. Le choix a été fait de mettre particulièrement en valeur la devise de l'Académie, « Pour un progrès raisonné, choisi et partagé », qui reflète sa mission et l'esprit qui sous-tend le travail académique.

ACADÉMIE
POUR UN PROGRÈS RAISONNÉ CHOISI PARTAGÉ DES
TECHNOLOGIES

Une déclinaison du logo en icône a également été retenue pour toutes les communications de l'Académie sur les réseaux sociaux.

La nouvelle identité graphique a été retenue par le Conseil académique en décembre 2020 et sera progressivement déployée en 2021, en particulier sur les publications et le site web. Ce dernier fera également l'objet d'une amélioration en 2021. Elle visera pour l'essentiel à mieux distinguer les travaux académiques des travaux menés par ailleurs par les membres de l'Académie, et à donner une plus grande visibilité aux actions de l'Académie auprès des publics jeunes et vis-à-vis de la représentation des femmes dans les domaines technologiques, ainsi qu'aux actions internationales.

# ORGANISATION & GOUVERNANCE

L'Académie des technologies est un établissement public national à caractère administratif national placé sous la protection du président de la République. Le ministre chargé de la recherche assure sa tutelle. Son siège, situé à Paris au Grand Palais des champs Élysées dans le 8e arrondissement jusqu'au 30 novembre 2020 est, depuis le 1er décembre 2020, situé au Ponant 19, rue leblanc dans le 15e arrondissement.

## ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

Instance politique et délibérative, elle adopte les avis et les rapports, approuve les orientations générales et le programme d'action. Elle est composée de 335 membres titulaires et émérites[1].

## BUREAU

Instance exécutive, le Bureau est composé du président, du vice-président, du délégué général et du président sortant. Le président du comité des travaux y participe.

## CONSEIL ACADÉMIQUE

### Membres du bureau

PRÉSIDENT
Pascal Viginier

VICE-PRÉSIDENT
Dominique Vernay

DÉLÉGUÉE GÉNÉRALE
Edwige Bonnevie

PRÉSIDENT HONORAIRE SORTANT
Bruno Jarry

### Membres de droit

PRÉSIDENT DU COMITÉ DES TRAVAUX
Yves Bamberger (participe également au Bureau)
René Amalberti (à partir du 1er janvier 2021)

DÉLÉGUÉ AUX COMPÉTENCES CLÉS ET À LA FORMATION
Alain Cadix

DÉLÉGUÉE AUX PRIX
Catherine Langlais

DÉLÉGUÉ AUX RELATIONS INTERNATIONALES
Bruno Revellin-Falcoz

DÉLÉGUÉ AUX RELATIONS RÉGIONALES
Pascal Fournier

DÉLÉGUÉE À LA COMMUNICATION
Marie Meynadier
(Eric Carreel du 1er janvier au 7 avril 2020)

1 Au 31 décembre 2020

### Membres élus

Olivier Appert, Gérard Creuzet, Philippe Jamet, Claude Nahon, Patrick Ledermann, Claire Martin et Bernard Saunier

## DÉLÉGATIONS

DÉLÉGUÉE À LA COMMUNICATION
Marie Meynadier
(Eric Carreel du 1er janvier au 7 avril 2020)

DÉLÉGUÉ AUX COMPÉTENCES CLÉS ET À LA FORMATION
Alain Cadix

DÉLÉGUÉE AUX PRIX
Catherine Langlais

DÉLÉGUÉ AUX PUBLICATIONS
François Lefaudeux

DÉLÉGUÉ AUX RELATIONS INTERNATIONALES
Bruno Revellin-Falcoz

DÉLÉGUÉ AUX RELATIONS RÉGIONALES
Pascal Fournier

DÉLÉGUÉ TERRITORIAL SUD EST
Bernard Tramier

## COMITÉS

### Comité éthique, société et technologies

PRÉSIDENT
Alain Bravo
(Louis Dubertret du 1er janvier au 7 avril 2020)

### Comité du recrutement

PRÉSIDENT
Dominique Vernay

### Comité des travaux

PRÉSIDENT
Yves Bamberger

### Comité de la qualité

PRÉSIDENT
Jean Frêne

## MISSIONS

### Technologies et diversité de genre

RESPONSABLES
Catherine Langlais, Alain Bravo

### Les jeunes et l'Académie des technologies

RESPONSABLES
Philippe Jamet, Claudine Schmidt-Lainé

## DIRECTION

DIRECTRICE
Sylvie Goujon

# **TEXTES** FONDAMENTAUX

Le statut d'Établissement Public administratif de l'Académie des technologies a été conféré par l'article 20 de la loi de programme n° 2006-450 du 18 avril 2006 pour la recherche complétant le code de la recherche par les articles L 328-1 à L 328-3.

L'établissement a été placé sous la protection du Président de la République par l'article 111 de la Loi n° 2013-660 du 22 juillet 2013 relative à l'enseignement supérieur et à la recherche qui modifie en ce sens l'article L 328-1 du code de la recherche.

L'organisation et le fonctionnement institutionnels de l'Académie sont fixés par le décret n° 2006-1533 du 6 décembre 2006 modifié par le décret n° 2016-406 du 5 avril 2016, lequel :

- actualise les missions de l'Académie des technologies, qui a diversifié ses partenariats en nouant d'étroites relations avec d'autres grandes académies nationales ;
- permet au Président du comité des travaux de participer au Bureau ;
- renvoie au règlement intérieur de l'Académie le soin de préciser la limite d'âge des membres titulaires initialement déterminée par décret ;
- porte l'âge limite du Président à 72 ans ;
- renforce la présence de l'Etat au sein des instances de l'établissement public par l'institution d'un commissaire du Gouvernement désigné par le ministre chargé de la recherche. Ce commissaire du Gouvernement, qui siège au conseil d'administration de l'établissement, dispose d'un droit de communication de tous documents et d'un droit de veto.

À ce titre, M. Maurice Caraboni a été nommé commissaire du Gouvernement auprès de l'Académie des technologies par arrêté du 19 mai 2016 publié au journal officiel du 7 juin 2016.

Ce décret a été modifié par le décret n° 2018-684 du 31 juillet 2018 qui porte à 300 le nombre de membres titulaires au lieu de 250 précédemment et permet au président et au vice-président initialement élus pour un unique mandat de 2 ans, de le renouveler une fois.

La vie académique (élections, procédures de vote, création et composition des instances, classification des publications) est régie par le règlement intérieur voté par l'assemblée plénière du 9 mai 2007 et modifié onze fois les 12 novembre 2008, 9 juin 2010, 7 décembre 2011, 4 juillet 2012, 14 novembre 2012, 12 juin 2013, 12 mars 2014, 13 avril 2016, 11 janvier 2017, 10 janvier 2018 et 10 octobre 2018.

Le fonctionnement de certaines instances (comité des travaux, comité de la qualité, comité éthique, société et technologies) est régi par les textes votés en leur sein ou par l'assemblée.

## MISSIONS

Article 20 de la loi de programme n° 2006-450 du 18 avril 2006 pour la recherche.

Article L 328-2 du code de la recherche

L'Académie des technologies a pour mission de conduire des réflexions, formuler des propositions et émettre des avis sur les questions relatives aux technologies et à leur interaction avec la société.

À cette fin, elle mène des actions d'expertise, de prospective et d'animation en faisant appel, le cas échéant, aux compétences de personnalités extérieures qualifiées.

L'Académie des technologies examine les questions qui lui sont soumises par les membres du Gouvernement. Elle peut elle-même se saisir de tout thème relevant de ses missions.

## ACTIVITES

Article 2 du décret du 6 décembre 2006 modifié

Pour l'accomplissement de ses missions, l'Académie des technologies :

1° Mène, en toute indépendance, ses travaux dans un cadre interdisciplinaire et au bénéfice d'un large public notamment en contribuant à l'amélioration des enseignements professionnels et technologiques ;

2° Publie des avis et des rapports, organise des colloques et décerne des prix ;

3° Participe au développement des réflexions menées au niveau international ou européen ;

4° Travaille en relation étroite avec les autres académies en France comme à l'étranger ;

5° Associe à ses travaux le secteur de la production, les milieux de la recherche scientifique, le monde politique et social et les acteurs socio-économiques.

## ORGANISATION GÉNÉRALE

L'Article 3 du décret précité définit l'Académie des technologies comme une assemblée d'académiciens élus, administrée par un conseil académique, dirigée par un président suppléé par un vice-président et assisté d'un délégué général.

### Réunions du bureau

Vingt-neuf bureaux ont instruit le programme d'action 2020, notamment les ordres du jour des assemblées plénières et des conseils académiques ainsi que les décisions relatives aux travaux et à la vie académique et administrative, dans un contexte de crise sanitaire qui a nécessité d'intensifier le rythme des réunions.

### Conseils académiques

Dix conseils académiques ont fixé les orientations générales et le programme d'action de l'année 2020.

### Conseils d'administration

Trois Conseils d'administration se sont tenus les 12 mars, 21 octobre et 25 novembre 2020 en présence du commissaire du Gouvernement, du contrôleur général, économique et financier et de l'agent comptable. Douze délibérations ont été approuvées au cours de l'exercice 2020.

- Le Conseil du 12 mars a approuvé le compte financier 2019, le rapport annuel 2019 et le rapport annuel de performance 2019 ;
- Le Conseil extraordinaire du 21 octobre a modifié le budget pour intégrer le coût du bail des nouveaux locaux du Ponant 19, rue Leblanc à Paris 15e et autorisé le président à signer le bail ;
- Le Conseil du 25 novembre a adopté le budget initial 2021, le projet annuel de performance 2021 ainsi que les modalités de déplacement (indemnisation des frais et choix du mode de transport) ; un point sur le contrôle interne et un autre sur l'évolution de la Fondation de l'Académie des technologies ont été présentés.

## LE COMPTE FINANCIER 2020

Les charges s'élèvent à 1 129 390,35 €, les recettes à 1 624 684,71 €

Le résultat met en évidence un bénéfice d'exploitation de 495 294,36 €

La capacité d'autofinancement s'élève à 580 305,27 € compte tenu de 85 010,91 € d'amortissements

Les dépenses d'investissement s'élèvent à 159 257,94 €

La variation du fonds de roulement s'élève à 421 047,33 €

Le Fonds de roulement brut s'établit au 31 décembre 2020 à la somme de 1 870 982,88 €

ANTOINE PICON • MARC PIRCHER • PHILIPPE PRADEL • JOSEPH PUZO • YVES RAMETTE • DENIS RANQUE • RÉGIS REAU • RUDY RICCIOTTI • ANNE-CATHERINE ROBERT-HAUGLUSTAINE • MARC ROQUETTE • GÉRARD ROUCAIROL • DIDIER ROUX • GÉRARD SABAH • CHRISTIAN SAGUEZ • JOSÉ-ALAIN SAHEL • CLÉMENT SANCHEZ • BERNARD SAUNIER • CLAUDINE SCHMIDT-LAINÉ • MICHÈLE SEBAG • JEAN-MICHEL SEVERINO • JOSEPH SIFAKIS • PATRICE SIMON • NATHALIE SMIRNOV • JACQUES SOUQUET • PASCALE SOURISSE • JACQUES ÉLIE STERN • BRUNO STOUFFLET • ANDRÉ SYROTA • ALAIN THAUVETTE • JEAN THERME • SERGE TISSERON • JEAN TODT • JOËLLE TOLEDANO • PIERRE TOULHOAT • GILLES TRYSTRAM • MAGALI VAISSIÈRE • PETER VAN BLADEREN • DOMINIQUE VERNAY • DANIEL VERWAERDE • PASCAL VIGINIER • DOMINIQUE VIGNON • MICHEL-PAUL VIRLOGEUX • ANNE-LUCIE WACK • ANNE WAGNER • THIERRY WEIL • DOMINIQUE WOLTON • ELIAS ZERHOUNI • **121 ÉMÉRITES** • JEAN AUBOUIN • JEAN-MARIE BASSET • MAURICE BELLANGER • ALAIN BENSOUSSAN • GÉRARD BÉRANGER • ALAIN BERTHOZ • SYLVAIN BLANQUET • DANIÈLE BLONDEL • JEAN-FRANÇOIS BOISVIEUX • CHRISTIAN BORDÉ • PIERRE-ETIENNE BOST • ALAIN MICHEL BOUDET • PIERRE BOURLIOUX • ALAIN BRAVO • CHRISTIAN BREVARD • PHILIPPE BUSQUIN • JACQUES CAEN • JEAN CANTACUZÈNE • HENRI CARSALADE • JACQUES CARUEL • PIERRE CASTILLON • THIERRY CHAMBOLLE • MARIE-LISE CHANIN • FRANÇOIS DE CHARENTENAY • LEONARDO CHIARIGLIONE • PHILIPPE CIARLET • LAURENT CITTI • PHILIPPE COIFFET • PASCAL COLOMBANI • GENEVIÈVE COMTE-BELLOT • ALAIN COSTES • PATRICE COURVALIN • BERNARD DAUGERAS • ROBERT DAUTRAY • MICHEL DELAAGE • GOËRY DELACÔTE • MICHEL DIAZ • LOUIS DUBERTRET • JACQUES DUCUING • JEAN-PIERRE DUPUY • BERNARD ESTEVE • MICHEL FARDEAU • YVES FARGE • PIERRE FEILLET • ALBERT FERT • MATHIAS FINK • JACQUES FREIDEL • JEAN FRÊNE • ANDRÉ FROUIN • HERVÉ GALLAIRE • PIERRE GALLE • ANTOINE GASET • HENRI GAYE • EROL GELENBE • ROLAND GLOWINSK • FRANÇOIS GROS • GEORGES GRUNBERG • ROBERT GUILLAUMONT • FRANÇOIS GUINOT • DANIEL KAPLAN • JEAN DE KERVASDOUÉ • JEAN KRAUTTER • PIERRE LAMICQ • BERNARD LE BUANEC • JEAN-BERNARD LE PECQ • FRANÇOIS LEFAUDEUX • JEAN-CLAUDE LEHMANN • JEAN-MARIE LEHN • COLETTE LEWINER • JACQUES LEWINER • CLAUDE LORIUS • JACQUES LUKASIK • JEAN-ÉMILE LUNEL • PIERRE MAINGUY • BERNARD MAITENAZ • CHRISTIAN MARBACH • JEAN-PIERRE MAREC • GHISLAIN DE MARSILY • JACQUES-FRANÇOIS MARTIN • ROLAND MASSE • MICHEL MEYRAN • JEAN-PIERRE MOHEN • THIERRY DE MONTBRIAL • GEORGES MORDCHELLES-RÉGNIER • RENÉ MOREAU • MICHEL NEUVE EGLISE • MARC PANET • PAUL PARNIERE • GÉRARD PASCAL • ALAIN PAVÉ • MARC PELEGRIN • ROGER PELLENC • PIERRE PERRIER • BERNARD PICINBONO • CHARLES PILET • ANDRÉ PINEAU • HÉLÈNE PLOIX • ALAIN POMPIDOU • MICHEL POUCHARD • ALAIN POUYAT • ÉMILE QUINET • JEAN-CLAUDE RAOUL • BRUNO REVELLIN-FALCOZ • JEAN ROSA • GILBERT RUELLE • ELIE SAHEB • JEAN SALENCON • GERMAIN SANZ • JEAN-BERNARD SCHMIDT • GEORGES SLODZIAN • MOHAMMED SMANI • ERICH SPITZ • JACQUES STERN • PIERRE TAMBOURIN • BERNARD TARDIEU • BERNARD TISSOT • GÉRARD TOULOUSE • BERNARD TRAMIER • ROLAND VARDANEGA • PIERRE VELTZ • CLAUDE WEISBUCH • ANDRE ZAOUI • **IN MEMORIAM** : JEAN AUBOUIN • JACQUES BLAMONT • MICHEL FRYBOURG • JACQUES LESOURNE • PIERRE LOUISOT •

ACADÉMIE
DES TECHNOLOGIES

**Le Ponant**
19 rue Leblanc - 75015 Paris
Tél. : +33 (0)1 53 85 44 44
RER C Pont du Garigliano
ou M° Balard (l. 8)

www.academie-technologies.fr

@AcadTechnolog