



DOSSIERS THÉMATIQUES DU CNRS

L'EAU

LE CNRS, UN ACTEUR MAJEUR DE LA RECHERCHE SUR L'EAU

L'excellence et la diversité des connaissances produites au sein des laboratoires du CNRS et de ses partenaires offrent une meilleure compréhension des enjeux liés à l'eau, tant pour les scientifiques que pour les décideurs et les acteurs de la société (entreprises, collectivités territoriales, monde éducatif et société civile).

L'EAU, UN ENJEU MAJEUR DU XXI^e SIÈCLE

À la fois ressource, milieu et élément vital pour la régulation du climat, le fonctionnement des écosystèmes et le développement humain, l'eau est un enjeu majeur du XXI^e siècle. Protéger et restaurer les milieux aquatiques, mieux gérer et partager cette ressource vulnérable, améliorer la

qualité des services d'eau aux usagers sont les principales préoccupations, discutées lors des Assises de l'eau initiées en 2018, pour répondre aux exigences de la réglementation européenne à toutes les échelles. Les scientifiques sont essentiels pour répondre à ces défis.

DES RECHERCHES SUR L'EAU AU CNRS :

+ de

210 laboratoires

+ de

2 900 chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens, doctorants et post-doctorants

• **Interdisciplinaires** Les recherches autour de la question de l'eau sont abordées dans les 10 instituts du CNRS par une grande diversité de disciplines et

particulièrement par les sciences humaines et sociales, les sciences de l'ingénierie, la chimie et les sciences de l'environnement.

• **À toutes les échelles** Les recherches conduites en France et dans le monde couvrent tous les milieux aquatiques et les socio-écosystèmes associés. Les travaux sur l'eau et les sociétés sont menés à toutes les échelles des territoires, urbains, ruraux, littoraux et de montagne. Étudiés sur le moyen et le long terme, aux

périodes passées, présentes et futures, les enjeux de sociétés sont considérés dans leur diversité, selon les modes de gouvernances, des approches économiques ou juridiques... dans des contextes géopolitiques et stratégiques variés.

• **En France et à l'international** Les recherches produites au sein d'organismes de recherche partenaires, tels que l'INRAe, le BRGM, l'IRD, le CNES, Météo France ainsi que les universités, écoles d'ingénieurs et autres tutelles des laboratoires, complètent celles réalisées au CNRS. Les laboratoires du CNRS sont présents sur

l'ensemble du territoire français, dans les régions des trois pôles de compétitivité dédiés à l'eau (Aqua Valley, Dream Eau & Milieux, Hydreos), ainsi que dans les territoires ultramarins (Guyane, Polynésie française...) et à l'international.

OBSERVER, EXPÉRIMENTER ET MODÉLISER

Les observations, modélisations, expérimentations, analyses de données et innovations font l'objet de collaborations et de productions scientifiques internationales, d'animations de réseaux, de suivis, d'archivages et de valorisations de données... Elles apportent de nouvelles connaissances, proposent des solutions et viennent en appui à la décision. Les recherches sur l'eau permettent la production de don-

nées multiples, nécessaires à la compréhension de la complexité des processus et des systèmes, notamment grâce aux équipes impliquées dans les différentes infrastructures de recherche (IR) en environnement (ZA, OZCAR, ILICO). La complexité et les dynamiques de l'eau dans les milieux sont aussi étudiées par divers observatoires comme ceux des Sciences de l'Univers (OSU) et les Observatoires hommes-milieus (OHM).



L'IR Zones Ateliers constitue un dispositif de recherche interdisciplinaire à long terme à l'échelle des territoires. Elle contribue, par le partage d'un cadre conceptuel commun et d'une culture scientifique transversale, à la compréhension des dynamiques et des fonctionnements des socio-écosystèmes, dont ceux liés aux grands fleuves et à leurs bassins versants.



L'IR OZCAR est dédiée à l'observation et à l'étude du fonctionnement des surfaces terrestres. Elle met en synergie des sites fortement instrumentés en s'appuyant sur des observations long terme de l'eau, des glaces, des sols, des zones humides et de leur biodiversité. OZCAR s'intéresse à l'état et au devenir de la ressource en eau via une vision scientifique intégrée de l'environnement et des territoires.

Les Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU) sont à la fois des regroupements de laboratoires et des composantes de recherche et de formation dont certains sont très directement reliés aux recherches sur l'eau. À cet égard, ils gèrent les moyens nécessaires à l'acquisition de données d'observation et à leur exploitation, et favorisent des recherches interdisciplinaires.

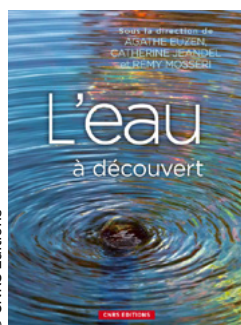


Les Observatoires hommes-milieus (OHM) étudient des systèmes anthropisés affectés par des crises socio-écosystémiques issues du changement global. Ils sont construits autour d'un événement fondateur d'origine humaine qui bouleverse le fonctionnement du socio-écosystème du territoire considéré et apportent un éclairage pour répondre aux crises environnementales.

PROGRAMMER, DIFFUSER ET TRANSMETTRE

Le CNRS est membre des différentes alliances de recherche dont Athéna et AllEnvi qui animent des réflexions sur les enjeux liés à l'eau et l'environnement. Il participe à la programmation de la recherche internationale sur l'eau avec, par exemple l'appel « Vers la durabilité des sols et des eaux souterraines pour la société »

du Belmont Forum (2020). Les laboratoires du CNRS sont investis dans la diffusion des sciences de l'eau à travers, par exemple, l'École universitaire de recherche des sciences de l'eau et des hydrosystèmes de Lyon (H₂O'Lyon) et l'Institut montpelliérain de l'eau et de l'environnement (IM2E), reconnu comme Centre international Unesco.



Quelle est l'origine de l'eau ? Comment les sociétés se sont-elles emparées de cet élément précieux ? Allons-nous manquer d'eau ? Comment l'eau est-elle gérée ? Quels sont les grands enjeux liés à l'eau au XXI^e siècle ? Et bien d'autres questions sont abordées dans cet ouvrage par plus de 150 scientifiques pour comprendre et proposer des solutions à ces défis majeurs.

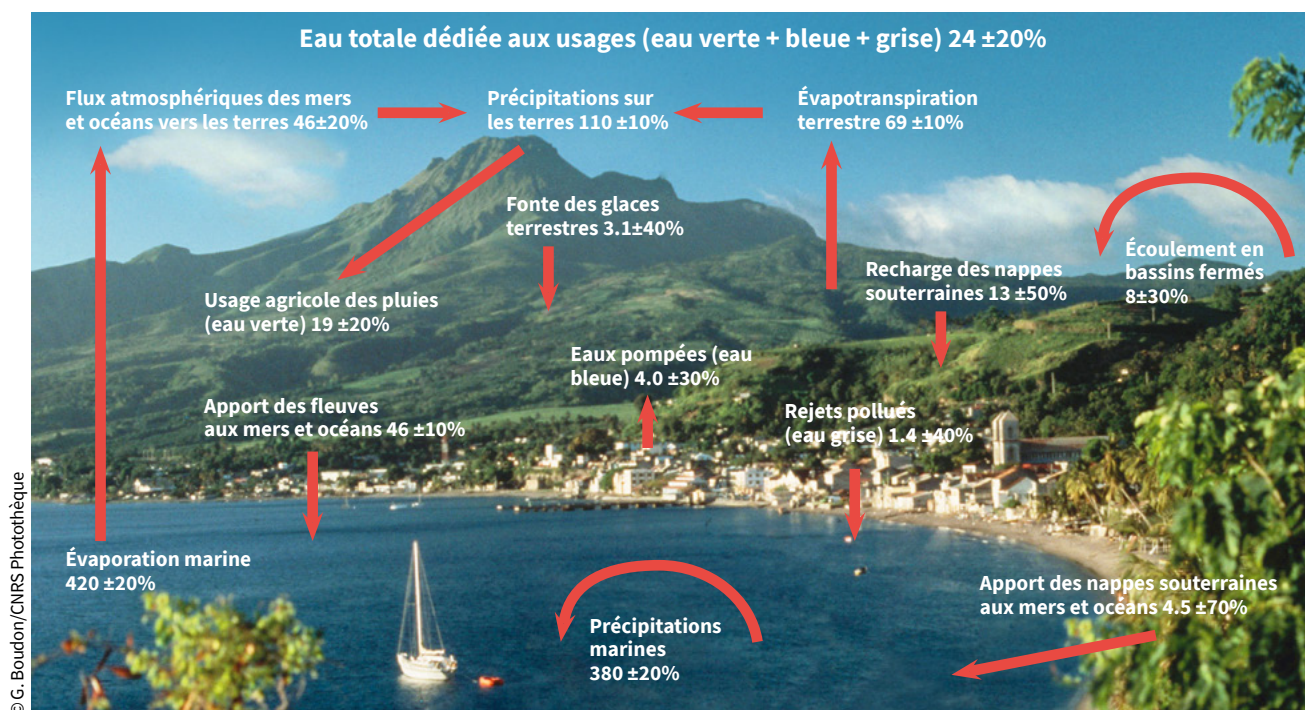
L'EAU DANS TOUS SES ÉTATS

Au CNRS, l'eau est étudiée sous toutes ses formes et ses transformations. Le grand cycle de l'eau est considéré dans son ensemble, des eaux de surfaces aux eaux atmosphériques en passant par les eaux souterraines et à leurs connexions. De nombreux travaux permettent aussi d'analyser et de suivre l'eau dans les réseaux.

DE LA MOLÉCULE...

Parmi les laboratoires qui mènent des recherches sur l'eau :

- Près de 70 % travaillent sur les états de l'eau : plus de 110 unités sur le fluide, plus de 50 sur les différentes phases.
- Près de 30 % développent des recherches sur les propriétés de l'eau : plus de 40 unités sur la molécule et près de 20 sur les isotopes.



Grand cycle de l'eau, d'après Abbott et al., 2019 *Nature geoscience*. Légende : Masses d'eau majeures : $10^3 \text{ km}^3/\text{an}$. Incertitude exprimée en %.

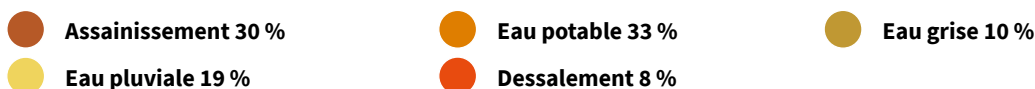
... AU GRAND CYCLE DE L'EAU...

Les trois quarts des recherches sur l'eau au CNRS portent sur le grand cycle. Les eaux de surface sont étudiées sur l'ensemble des écosystèmes aquatiques, qu'il s'agisse de leurs caractéristiques, de leurs fonctionnements et de leurs interactions avec les sols, notamment les cours d'eau, les zones humides, les plans d'eau et lagunes, la glace et la neige.



... JUSQU'À L'EAU ET SES RÉSEAUX

La diversité des enjeux liés aux réseaux est étudiée par plus de 130 laboratoires. L'expertise porte sur les problématiques d'eau potable et d'assainissement ainsi que sur les ressources alternatives : près d'un tiers des unités se consacre à des recherches sur l'eau pluviale, l'eau grise, le dessalement.



ENJEUX DE LA RECHERCHE SUR L'EAU

Répondre à la diversité des enjeux scientifiques, environnementaux, économiques, industriels et de société, dans un contexte de changement global, est une des priorités du CNRS.

USAGES

Les connaissances produites couvrent l'ensemble des usages de l'eau : **agriculture, domestique, industrie, énergie, transports, loisirs, activités extractives.**

- Près de 100 laboratoires travaillent sur le lien eau/agriculture et plus de 60 unités s'intéressent au lien eau/énergie et notamment à l'hydroélectricité (barrages, microcentrales) et à la géothermie.
- Les études sur les usages de l'eau domestique renforcent les connaissances sur les réseaux de l'eau et répondent

aux enjeux de l'Objectif de développement durable n° 6 portant sur l'accès à l'eau et à l'assainissement, et à ses interactions avec les autres ODD.

- Les usages de l'eau associés aux activités extractives font l'objet de travaux originaux développés dans une trentaine d'unités et peuvent être associés aux risques de pollutions.

RISQUES

- Plus de 130 laboratoires travaillent sur les risques liés aux **polluants et nouveaux polluants** : détection, analyse, bioanalyse, traitement, biosurveillance, risques sanitaires et environnementaux, transferts, impacts sur le vivant (animal, végétal, humain).
- L'ensemble des risques liés à la quantité d'eau – **inondation, sécheresse** – et à la qualité de l'eau font l'objet de recherches tout comme les risques de **pénurie** et de **sécurité** qu'ils génèrent.

- Les **risques sanitaires** liés à l'eau sont multiples : selon sa qualité, l'eau peut être porteuse de pathogènes et vecteur de maladies. Elle est également très vulnérable aux pollutions liées aux activités humaines et plus généralement au bon état des écosystèmes. Plus de 60 laboratoires travaillent sur l'eau et la **santé** (maladie, hygiène, thermalisme...).

ENVIRONNEMENT

- La majorité des connaissances produites concernent les **écosystèmes** et la **biodiversité aquatique**. Elles favorisent des approches aux interfaces entre les compartiments et les systèmes : le climat, les sols, l'océan ; des approches en lien avec les cycles biogéochimiques et biophysiques.

- Plus de 80 unités s'intéressent à la thématique eau et **climat** (risques de sécheresse et inondation) et près d'un tiers travaille plus spécifiquement sur l'adaptation aux risques liés au changement climatique et les impacts sur la disponibilité des ressources (quantitative et qualitative) et leur accès, la gestion de l'eau, les conflits d'usages...

La Station d'écologie théorique et expérimentale¹ étudie le fonctionnement d'un écosystème lentique (eaux peu courantes à renouvellement lent). Ce métatron aquatique réalise différents traitements, de température et de connectivité aquatique et aérienne, pour étudier en particulier les effets combinés de la fragmentation des habitats et du changement climatique sur la biodiversité et le fonctionnement de ces écosystèmes.

¹ Université Toulouse III – Paul Sabatier/ CNRS



DES PARTENARIATS

Le CNRS joue un rôle fédérateur essentiel au bon fonctionnement et au rayonnement de la recherche française sur l'eau grâce à des partenariats avec le monde académique, l'industrie et les collectivités territoriales. Cette approche partenariale est structurante en matière de politique scientifique, d'innovation, de formation et d'organisation.

POUR ÉCLAIRER LES POLITIQUES PUBLIQUES ET LES ACTEURS ÉCONOMIQUES

Les nombreux partenariats entre le monde de la recherche et le monde économique (des petites entreprises aux grands groupes), les acteurs des territoires et la société

civile (associations...) viennent en appui à la gestion des milieux (agences de l'eau, régions...) et permettent l'émergence d'innovations.

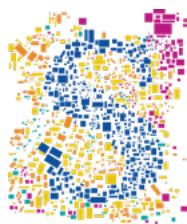
© AGERPRES FOTO/Adobe Stock



OBÉPINE

Le projet Obépine (Observatoire épidémiologique dans les eaux usées), initié en mars 2020 pour répondre à la crise COVID-19, a démontré que les eaux usées sont un indicateur pertinent de la circulation du SARS-CoV-2. Elles pourraient même être à la base d'un système d'alerte précoce. Piloté par le département R&D de Eau de Paris, le consortium regroupe plusieurs laboratoires du CNRS : METIS¹, LJLL², l'Institut

Carnot Smiles, l'Institut de recherche biomédicale des armées, LMGE³, LCPME⁴, HSM⁵. Soutenu par le CNRS, Sorbonne Université, le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation ainsi que l'Ifremer, sa mission a été confirmée début juillet 2020 pour déployer le réseau en concertation avec le ministère des Solidarités et de la Santé, le ministère de l'Intérieur et le ministère de la Transition Écologique.



SPATIEAU

Lancé en 2016, le programme partenarial régional de recherche « Stratégies de partage et traitement des informations sur l'eau et l'aménagement urbain » (Spatieau), entre le laboratoire CNRS Passages⁶, Bordeaux métropole, Suez Le LyRE et l'agence d'urbanisme Bordeaux métropole Aquitaine, analyse les dynamiques territoriales de l'aire métropolitaine bordelaise et propose une lecture prospective inspirée par le partage d'informations et la gestion SIG.

1 Milieux environnementaux, transferts et interactions dans les hydrosystèmes et les sols - CNRS/Sorbonne Université

2 Laboratoire Jacques-Louis Lions - CNRS/Sorbonne Université/Université de Paris

3 Laboratoire Microorganismes : génome et environnement - CNRS/Université Clermont-Auvergne

4 Laboratoire de Chimie physique et microbiologie pour les matériaux et l'environnement - CNRS/Université de Lorraine

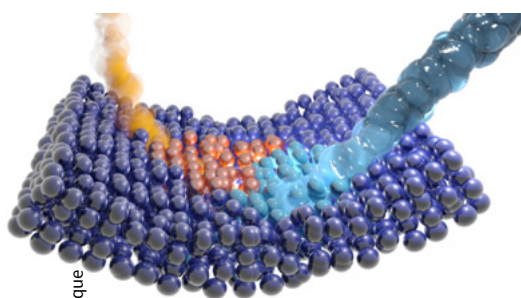
5 HydroSciences Montpellier - CNRS/Université de Montpellier

6 CNRS/Université Bordeaux Montaigne/Université de Bordeaux/Université de Pau et des pays de l'Adour/Ensap Bordeaux

POUR DES SOLUTIONS ALTERNATIVES ET INNOVANTES

Le CNRS propose différents contrats de collaboration adaptés aux projets scientifiques et aux attentes des partenaires : collaborations de recherche, plateformes, laboratoires communs avec un industriel... La Direction des relations avec les entreprises (DRE) organise les relations de partenariats de recherche entre les laboratoires du CNRS, les grands groupes, les PME et les filières comme celle de l'eau. Systèmes de production et de gestion de données, nouvelles technologies, intelligence artificielle... Des dispositifs

techniques très variés sont développés pour mesurer, surveiller, analyser, traiter, distribuer, collecter ou réutiliser l'eau, ses dimensions quantitatives et qualitatives, dans les milieux et les réseaux. Une quinzaine de laboratoires travaille notamment sur le rôle que peut jouer l'intelligence artificielle dans le domaine de l'eau et plus spécifiquement les réseaux : technologies de mesure, surveillance, systèmes d'automatisation...



© D. Quemener/CNRS Photothèque

VEOLIA WATER TECHNOLOGIES

Le partenariat signé en septembre 2018 entre l'Institut européen des membranes⁷ et Veolia Water Technologies permet le développement, pour des applications industrielles de pointe, de matériaux et de procédés pour la filtration de l'eau : eau ultra pure utilisée

en pharmacie et dans l'industrie, dessalement de l'eau de mer, filtration des produits phytosanitaires (glyphosate et métaldéhyde), suivi en temps réel de l'état physique des membranes...



DR

MOTRHYS, surveillance des conduites d'eau sous pression des sites de production d'énergie hydro-électrique

En 2018, après plus de 10 ans de recherches scientifiques collaboratives entre l'école d'ingénieurs Grenoble INP – Ense et le laboratoire GIPSA-lab⁸, sur les traitements de données et du signal

pour l'hydro-électricité, la start-up Motrhys a été créée. Elle développe des logiciels permettant d'améliorer la sécurité des conduites d'eau sous pression et d'assurer un diagnostic fiable et rapide au plus près du terrain dans une diversité d'applications hydrauliques.

AU CŒUR DES OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les recherches sur l'eau menées au CNRS apportent des solutions et des alternatives pour répondre aux Objectifs de développement durable et répondent de façon transversale et pluridisciplinaire aux enjeux pour demain.



⁷ ENSC Montpellier/Université de Montpellier/CNRS

⁸ CNRS/GrenobleINP/UGA

DES LABORATOIRES SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE, EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL

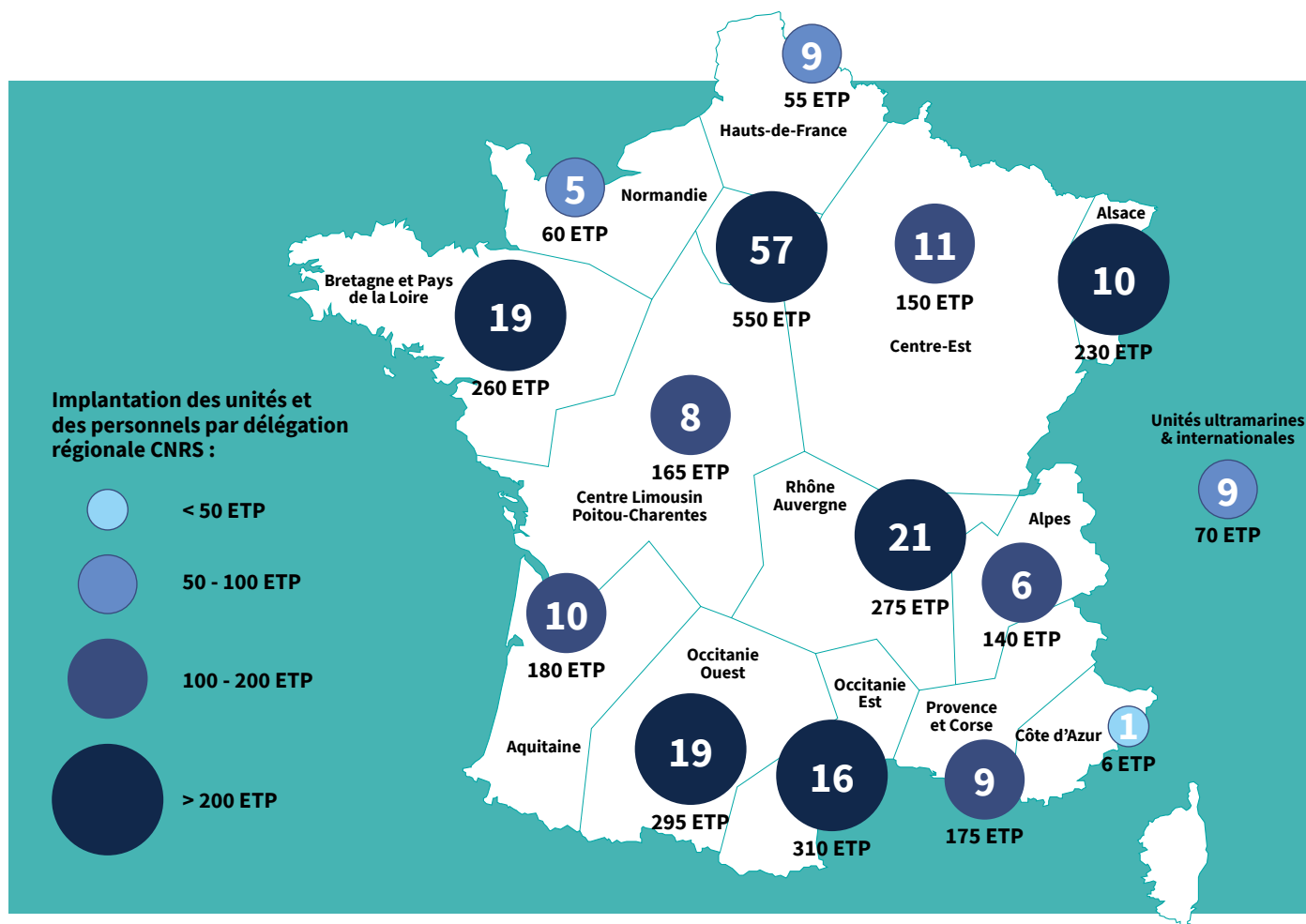


Photo de couverture : Effet d'une goutte d'eau qui coule d'un robinet.

© Agathe Euzen/CNRS Photothèque

CONTACTS :

eau@cnrs.fr

Agathe Euzen

Référente scientifique Eau pour le CNRS

Sandrine Ayuso

Responsable filières stratégiques à la Direction des relations avec les entreprises (DRE)

CNRS

3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16

01 44 96 40 00

www.cnrs.fr

f t y in i

Impression : CNRS IFSeM secteur de l'imprimé
Novembre 2020

