



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

anr ©
agence nationale
de la recherche



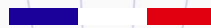
PEPR Exploratoire LUMA

« Appel à manifestation d'intérêt »

L'appel à manifestation d'intérêt est ouvert jusqu'au 30/11/2023 à 11h00 (heure de Paris) pour le dépôt des projets de consortiums.

Adresse de consultation : <https://anr.fr/PEPR-exploratoire-LUMA-AMI-2023>

APPEL À MANIFESTATION D'INTERET
3 juillet 2023



Résumé

Le Programme et Équipements Prioritaires de Recherche (PEPR) LUMA vise à exploiter les propriétés uniques de la lumière pour explorer et contrôler de nombreux systèmes physicochimiques et biologiques, aux interfaces entre la physique, la chimie, l'ingénierie, les sciences de la vie, la santé, les sciences du patrimoine et de l'environnement. LUMA est structuré en plusieurs actions : projets ciblés visant la création d'un pôle national de plateformes distribuées (Hub d'Infrastructures), projets ciblés de recherche thématique (Moonshot Projects) objet de cet appel à manifestations d'intérêt, ainsi que d'autres projets de recherche qui seront sélectionnés via appels à projets à partir de 2024.

Le présent appel à manifestations d'intérêt (AMI) est destiné à sélectionner les quatre Moonshot Projects correspondants aux quatre axes de recherche thématique identifiés :

- Axe 1 : Chiralité / Lumière, matière et réponses chirales
- Axe 2 : Photochimie et matériaux / Photochimie et photostructuration de la matière
- Axe 3 : Énergie et environnement / Conversion de l'énergie solaire et protection contre la photodégradation
- Axe 4 : Santé / Lumière et cibles moléculaires pour les photothérapies de demain

L'objectif de cet appel à manifestations d'intérêt est de recevoir des candidatures de consortiums, constitués de plusieurs équipes de recherche, susceptibles d'aborder et d'obtenir des avancées scientifiques dans le cadre des sujets décrits dans le texte de cet appel.

Les réponses attendues ne doivent adresser qu'un seul des quatre axes thématiques. Dans le cadre d'un processus géré par l'ANR, quatre projets de consortiums (Moonshot Projects, un par axe) seront financés après décision de la Première ministre. Le montant de l'aide pour chaque projet sera de 2 M€ en moyenne. Un réajustement de l'enveloppe budgétaire pourra avoir lieu, en fonction de la couverture thématique proposée par chaque consortium. Chaque Moonshot Project pourra bénéficier du financement LUMA pendant une durée de 5 ans pour réaliser les travaux de recherche proposés, suite à une contractualisation avec l'ANR sous forme de Projet Ciblé.

Les bénéficiaires des aides sont des établissements d'enseignement supérieur et/ou de recherche ou des groupements de ces établissements. Les établissements privés contribuant aux missions de service public de l'enseignement supérieur et de la recherche, relevant de l'article L.732-1 du Code de l'Éducation, pourront être financés après analyse de l'ANR, avis du MESR et validation par le SGPI. Les entreprises pourront avoir le statut d'Établissement partenaire dans les projets mais ne bénéficieront pas de financement au titre de cette participation.

Mots-clés

Axe 1 : Chiralité

Chiralité ; dichroïsme circulaire ; interactions chirales ; lumière polarisée circulairement ; matériaux chiraux ; moments angulaires orbitaux et de spin ; nanostructures chirales moléculaires ou plasmoniques ; spectroscopies chiroptiques ; spin électronique

Axe 2 : Photochimie et matériaux

Auto-assemblages ; microfluidique ; nanostructuration ; photochimie ; photoconversion ; photolithographie ; photopolymérisation ; photostructuration ; plasmonique

Axe 3 : Énergie et environnement

Capture CO₂ ; carburants solaires ; énergie solaire ; photodégradation ; photo(électro)catalyse ; photoprotection ; photostabilité ; systèmes bioinspirés ; systèmes photosynthétiques et hybrides

Axe 4 : Santé

Applications cliniques ; nanoparticules ; optique ultrarapide ; photodiagnostique ; photomédicaments ; photosensibilisants ; thérapies photodynamiques ; thérapies photothermiques ; traitement du cancer

Dates importantes

Clôture de l'appel à manifestations d'intérêt

Les éléments du dossier de dépôt doivent être déposés sous forme électronique, impérativement avant le :

30/11/2023 à 11h00 (heure de Paris)

sur le site (ouvert à partir du 1^{er} octobre 2023) :

<https://france2030.agencerecherche.fr/PEPR-exploratoire-LUMA-AMI>

Des informations complémentaires sur le PEPR LUMA sont accessibles sur le site web :

<https://www.pepr-luma.fr/>

Contacts ANR

PEPR-LUMA@agencerecherche.fr

Chargée de Projet Scientifique : Aïssata Niasse

Responsable de Programme : Pascale Roy

Il est nécessaire de lire attentivement l'ensemble du présent document et les informations disponibles sur la page web dédiée à cet appel :

<https://anr.fr/PEPR-exploratoire-LUMA-AMI-2023>

Pour toute question : PEPR-LUMA@agencerecherche.fr

Sommaire

Résumé.....	2	3. Examen des projets proposés.....	15
Mots-clés.....	3	3.1. Principales étapes.....	15
Dates importantes.....	4	3.2. Critères de recevabilité	16
Contacts ANR.....	4	3.3. Critères d'évaluation des projets de consortiums pour financement.....	16
1. Contexte et objectifs de l'appel à manifestation d'intérêt	6	4. Dispositions générales pour le financement	17
1.1. Contexte	6	4.1. Financement.....	17
1.2. Objectifs de l'appel à manifestations d'intérêt	6	4.2. Accords de consortium	17
1.3. Rôle des pilotes du PEPR	7	4.3. Science ouverte.....	18
1.4. Calendrier	7	5. Modalités de dépôt.....	19
2. Thématiques de l'appel et projets attendus	9	5.1. Contenu du dossier de dépôt.....	19
2.1. Thématiques.....	9	5.2. Procédure de dépôt.....	19
2.2. Principales caractéristiques des manifestations d'intérêt	14	5.3. Conseils pour le dépôt..	19

1. Contexte et objectifs de l'appel à manifestation d'intérêt

1.1. Contexte

Dans le cadre du plan France 2030, l'État a décidé d'accompagner et de soutenir l'exploration du potentiel d'une transformation émergente à travers le PEPR LUMA : Valoriser les interactions lumière-matière. Leader au niveau européen et international sur la « valorisation des interactions lumière-matière » avec trois prix Nobel depuis 2016, la France doit maintenir et consolider son positionnement, à la fois académique et industriel. Le CNRS et le CEA, organismes de premier rang dans ces domaines, co-pilotent le programme et, en partenariat avec plusieurs établissements d'enseignement supérieur, structureront et canaliseront les efforts de la communauté scientifique vers des sujets sélectionnés à fort impact et pour renforcer les infrastructures de recherche nationales au plus haut niveau international.

La lumière, omniprésente dans notre environnement naturel et technologique, est l'objet central du programme LUMA. LUMA vise à comprendre, façonner et exploiter la lumière comme moyen d'explorer et de contrôler les systèmes physico-chimiques et biologiques, aux interfaces entre la physique, la chimie, l'ingénierie, les sciences de la vie, la santé, les sciences du patrimoine et de l'environnement. Afin de créer les conditions propices aux synergies interdisciplinaires et à la fertilisation croisée en tant que moteurs d'une nouvelle science, le programme s'articule autour de défis scientifiques interdisciplinaires :

- Vers une photoscience intelligente. Grâce au contrôle de la photoréactivité de molécules et d'assemblages moléculaires par une instrumentation adaptée aux petites échelles de temps et d'espace, LUMA contribuera à décrypter des systèmes et des dynamiques complexes en chimie / physique / biologie pour les faire fonctionner par des processus de photoactivation sophistiqués.
- Des photons pour les technologies vertes. LUMA se concentre sur des dispositifs « verts » à haute performance pour l'énergie et l'industrie. Comme l'énergie lumineuse peut être transformée en énergie chimique, les photons utilisés comme réactifs propres et les systèmes naturels photoactivables exploités pour inspirer des systèmes moléculaires artificiels, LUMA permettra de faire évoluer les nouvelles technologies vers des modes de production efficaces, propres et durables.
- La lumière pour protéger. LUMA est résolument tourné vers l'utilisation de la lumière pour préserver la santé, l'environnement et les objets naturels ou culturels de notre patrimoine. La maîtrise de nouvelles sources lumineuses et la conception de matériaux photoactifs multifonctionnels devraient apporter des solutions révolutionnaires pour nos vies et pour notre planète, en permettant de comprendre les effets du photovieillissement, en fabriquant des matériaux photoprotecteurs, ou en développant des dispositifs de photodiagnostic ou des médicaments photoactivables spécifiques.

Pour répondre à ces grands défis scientifiques, technologiques et sociétaux, qui sont les fondements des objectifs du programme, et pour stimuler simultanément l'émergence de nouvelles connaissances scientifiques grâce au brassage de la communauté LUMA, plusieurs actions à grande échelle, ciblées ou ouvertes, seront mises en œuvre dans le programme LUMA :

- Des projets ciblés plateformes permettant la création d'un pôle national d'infrastructures.
- Des actions ciblées de recherche thématique (les Moonshot Projects) à fort impact scientifique et socio-économique, sélectionnées par le biais de cet appel à manifestations d'intérêt et portant sur quatre axes thématiques.
- Un Appel à Projets permettra en 2024 de compléter ces actions ciblées de recherche thématique.

1.2. Objectifs de l'appel à manifestations d'intérêt

Cet appel à manifestations d'intérêt du PEPR LUMA vise à favoriser l'émergence et la construction de

projets de recherche destinés à répondre aux enjeux scientifiques associés aux quatre axes thématiques de l'appel. Il collecte les projets de consortiums d'équipes qui seront évalués par un comité d'évaluation ANR.

À l'issue du processus, quatre projets de consortiums (Moonshot Projects, un par axe) seront sélectionnés. Le montant de l'aide pour chaque projet sera de 2 M€ en moyenne. Le CODIR LUMA se réserve le droit de réajuster l'enveloppe budgétaire en fonction de la couverture thématique proposée par chaque consortium.

Chaque Moonshot Project pourra bénéficier du financement LUMA pendant une durée de 5 ans pour réaliser les travaux de recherche proposés, suite à une contractualisation avec l'ANR sous forme de Projet Ciblé.

1.3. Rôle des pilotes du PEPR

Les directeurs de programme sont en charge de la préparation du texte décrivant les objectifs, le périmètre scientifique et les thèmes de l'appel. Ils assurent la cohérence de cet appel avec l'ensemble des autres actions du programme, dans le respect du projet scientifique validé par le jury international de LUMA.

Afin de faciliter la composition des consortiums, les directeurs de programme invitent les équipes intéressées à déposer une lettre d'intention sur le [site web de LUMA](https://www.pepr-luma.fr/) (<https://www.pepr-luma.fr/>) avant le 15 septembre 2023. Cette phase, non obligatoire mais fortement recommandée, permettra de vérifier la cohérence des périmètres scientifiques des contributions proposées avec celui de l'appel. Le but de ces lettres d'intention est de faciliter le regroupement d'équipes pour former des consortiums complets et pertinents. Les chercheurs ayant déposé une lettre d'intention seront ensuite conviés aux [workshops des 26 et 27 septembre 2023](#) pour présenter leurs activités de recherche ainsi que les objectifs scientifiques du PEPR, dans lesquels ils s'inscrivent.

Les projets de consortiums complets, soumis sous forme de manifestations d'intérêt dans le cadre de cet appel, seront évalués par un comité d'évaluation ANR. À l'issue de cette évaluation, les directeurs de programme proposeront au Secrétariat Général Pour l'Investissement la désignation de quatre projets de consortiums qui pourraient être financés sous forme de projets ciblés et le montant de l'aide qui pourrait leur être définitivement attribué.

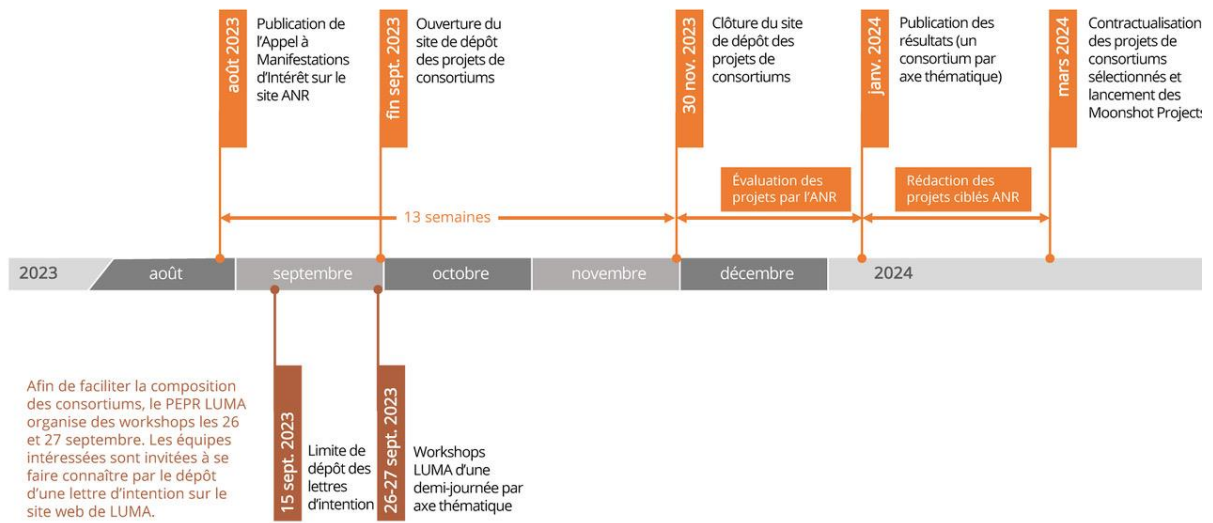
Enfin, les directeurs de programme suivront les projets lauréats lors de revues périodiques avec le porteur, en concertation avec l'ANR. Y seront présentées et discutées les avancées scientifiques, les actions de valorisation, l'animation scientifique, les interactions avec les autres projets du PEPR, ainsi que les difficultés rencontrées.

1.4. Calendrier

Cet appel à manifestations d'intérêt du PEPR LUMA se déroulera selon de calendrier suivant :

- **août 2023** : publication de l'appel par l'ANR
- **septembre 2023** : phase de composition de consortiums organisée par les directeurs de programme (lettres d'intention, non obligatoires mais fortement recommandées, à déposer avant le 15 septembre 2023, puis workshops LUMA les 26-27 septembre 2023, voir le site web de LUMA pour les détails et le dépôt de documents : <https://www.pepr-luma.fr/>)
- **fin septembre 2023** : ouverture du site de dépôt ANR des projets de consortiums
- **30 novembre 2023** : date limite de dépôt des projets de consortiums sur le site de dépôt ANR
- **janvier 2024** : publication des résultats de la sélection des projets de consortiums (un par axe thématique)

- **mars 2024** : contractualisation et lancement des projets de consortiums sélectionnés sous forme de projets ciblés LUMA (Moonshot Projects)



2. Thématiques de l'appel et projets attendus

2.1. Thématiques

Cet appel à manifestation d'intérêt comporte 4 axes de recherche thématique :

- Axe 1 : Chiralité / Lumière et matière et réponses chirales
- Axe 2 : Photochimie & matériaux / Photochimie et photostructuration de la matière
- Axe 3 : Énergie & environnement / Conversion de l'énergie solaire et protection contre la photodégradation
- Axe 4 : Santé / Lumière et cibles moléculaires pour les photothérapies de demain

Ces axes sont décrits ci-dessous. Un projet soumis ne peut se positionner que sur **un seul axe**.

Axe 1 : Chiralité / Lumière et matière et réponses chirales

Contexte

L'imbrication entre la chiralité de la lumière et celle de la matière est un nouveau paradigme émergent qui révolutionne actuellement le domaine des interactions lumière-matière et ouvre de toutes nouvelles possibilités pour la conception et la fabrication de matériaux aux propriétés inédites. Les progrès récents vont des spectroscopies chiroptiques avancées, c'est-à-dire l'interaction différente de la lumière polarisée circulairement gauche et droite avec des molécules chirales, capables par exemple de détecter des changements subtils (résolus dans le temps) dans les tissus biologiques après illumination, aux effets chiroptiques renforcés par des nanostructures moléculaires chirales, à la sélectivité de spin induite par la chiralité et à la création d'une lumière chirale exotique présentant une interaction particulière avec la matière. Les nouvelles approches multidisciplinaires visant à produire des matériaux intelligents ou plus écologiques reposeront sur notre capacité à sculpter l'orientation locale de la lumière, à concevoir et à construire des structures chirales innovantes.

Cet axe vise à contrôler l'orientation locale de la lumière dans l'espace et le temps, nécessaire au développement de nouvelles approches spectroscopiques ultrarapides qui seront utilisées à leur tour pour créer des états inexplorés de la matière. D'autre part, le contexte théorique permettant de comprendre l'interaction de la matière avec une lumière hautement multiplexée grâce aux moment angulaire de spin du photon (associé à la polarisation de la lumière) ou au moment angulaire orbital (associé au front d'onde torsadé ou hélicoïdal de la lumière), une structure 3D de motifs d'intensité, de phase et de polarisation non triviaux, est encore incomplet et nécessite d'importants développements.

Objectifs scientifiques

- **Nouvelles spectroscopies pour explorer la chiralité.** Le contrôle des moments angulaires orbitaux et de spin de la lumière et de leur couplage, au-delà des valeurs moyennées dans l'espace et dans le temps, représente un important enjeu expérimental. Des approches instrumentales ultrarapides révolutionnaires, telles que les taux de répétition élevés/la détection hétérodyne, les peignes de fréquence ou le dichroïsme du moment angulaire orbital, seront développées et transférées à une grande variété de systèmes optiques de détection dans le but d'en améliorer la sensibilité. Par exemple, en combinaison avec des approches théoriques récentes, l'amélioration de la sensibilité de la spectroscopie chiroptique telle que le dichroïsme circulaire vibrationnel ou le dichroïsme circulaire photoélectronique sélectif des conformères permettra un criblage plus rapide et efficace des structures chirales à l'état solide, avec des applications dans le domaine du polymorphisme en sciences pharmaceutiques ou de l'agrégation des biomolécules, telles que les peptides impliqués dans les maladies neurodégénératives.

Le LIDAR polarisé, qui exploite l'adressage chiral, bénéficiera pleinement de ce développement pour une détection plus sélective des polluants atmosphériques. La lumière polarisée circulairement trouve également des applications dans les techniques d'imagerie telles que les mesures de dichroïsme circulaire par génération de seconde harmonique. En raison de leur sensibilité à la matière organique intrinsèquement chirale, les méthodes adaptées aux études patrimoniales sont hautement souhaitables pour comprendre la génération supramoléculaire d'architectures chirales par biominéralisation, ou la perte de chiralité au cours du vieillissement dans les artefacts biologiques et pour la préservation du patrimoine culturel. LUMA fournira donc des techniques et des méthodes de détection transférables qui seront applicables à tous ces domaines qui ont travaillé indépendamment jusqu'à présent.

- **Encodage de la chiralité lumière-matière.** Dans le domaine en plein essor des matériaux chiraux, les structures métallo-organiques, les cristaux liquides et les structures synthétiques telles que les foldamères (polymères hélicoïdaux) permettront de nouvelles applications en matière d'affichage et de stockage de l'information, en combinant des propriétés telles que la fluorescence retardée activée thermiquement et l'émission de lumière polarisée circulairement, ou en présentant une conductivité dépendant de la chiralité. Le développement durable de nouveaux matériaux adaptatifs exige efficacité, codage des propriétés et flexibilité. Ces points clés se trouvent dans les interactions chirales lumière-matière, avec des applications allant des photochromes codant la chiralité de la lumière, jusqu'aux nouveaux états de la matière produits par le régime de couplage fort entre la lumière et la matière. Comprendre l'interaction entre la lumière polarisée circulairement et la matière chirale, par exemple les nano-objets, dans le régime de champ proche, ou les interactions lumière-matière dans le régime de champ fort, sont des questions clés qui attendent des solutions dans ce domaine. La synthèse de structures innovantes est également d'une importance capitale.
- **Spin électronique et ingénierie topologique avec la lumière chirale.** L'effet de sélectivité de spin induit par la chiralité est actuellement un sujet d'actualité, à la fois d'un point de vue fondamental, pour élucider ses mécanismes physiques et dans la perspective d'applications prometteuses dans la synthèse énantiosélective. Cette dynamique sensible au spin pourrait être contrôlée par la lumière chirale, avec des implications attendues dans la bio-reconnaissance, les dispositifs spintroniques basés sur des molécules chirales et des matériaux bidimensionnels, et le contrôle des photoréactions à transfert multiélectronique. Les propriétés chirales hors équilibre induites par la lumière peuvent également être utilisées pour générer des propriétés fonctionnelles dans les solides, telles que des transitions topologiques transitoires, avec des applications allant des dispositifs optiques aux propriétés accordables des matériaux, en passant par l'ingénierie topologique en plein essor, la vallétronique, la twistronique, avec des applications dans le stockage et l'analyse des données.

Exemples de livrables scientifiques attendus :

- Champs laser intenses comme outil pour produire des paquets d'ondes électroniques polarisés en spin
- Matériaux photorécepteurs pour l'holographie avec des polarisations non conventionnelles
- Contrôle total du spin de la lumière et des moments orbitaux et de leur couplage
- Nano-objets plasmoniques pour le transfert de chiralité de la lumière à la matière
- Différenciation des polymorphes pharmaceutiques
- Analyse de la chiralité dans les matériaux du patrimoine, combinant matière organique et inorganique

Axe 2 : Photochimie & matériaux / Photochimie et photostructuration de la matière

Contexte

Les progrès récents des sources de lumière laser de haute qualité offrent aujourd'hui un tel choix de longueurs d'onde d'irradiation (de l'extrême ultraviolet au proche infrarouge) et de dynamiques temporelles (jusqu'à la gamme des femto- voire attosecondes) que leur utilisation pour piloter la synthèse chimique et la fabrication de matériaux devrait révolutionner le domaine. Les photons agissent

"sans trace" et "à distance", ce qui confère aux approches déclenchées par la lumière des avantages décisifs en termes d'écodurabilité et d'adaptabilité à tout type de géométrie de substrat. Afin de parvenir à une exploitation et un contrôle avancé des transformations chimiques et structurales médiées par la lumière, il est devenu indispensable de disposer d'une expertise étroitement liée entre la photochimie, l'optique et les sciences des matériaux.

Cet axe vise à repousser les limites de l'efficacité de la photoréactivité, de la résolution spatiale des structures photoproduites et du contrôle ascendant des propriétés optiques et mécaniques des matériaux, par exemple sur la base d'une photostructuration nanométrique. Ces activités interdisciplinaires rassembleront les équipes françaises, avec une expertise pionnière dans la photopolymérisation, l'ingénierie photochimique, la microscopie à super-résolution, la plasmonique et les interactions laser-matière. Elles nécessiteront le développement concomitant de systèmes chimiques photoréactifs, de procédés de mise en solution, d'outils optiques accordables permettant une phototransformation rapide avec une grande homogénéité ou un contrôle spatial et de polarisation élevé, ainsi que la mise en œuvre de technologies basées sur l'intelligence artificielle pour gagner en rapidité et en reproductibilité dans la production d'objets à haute valeur ajoutée trouvant des applications dans tous les secteurs de l'industrie.

Toutes ces questions seront abordées dans le cadre des trois défis scientifiques suivants, qui reposent sur des enjeux fondamentaux croisés, à savoir la photoactivation par l'utilisation d'un seuil de basse énergie grâce à des rendements quantiques de photoréaction élevés, la maîtrise de la diffusion des espèces réactives en ce qui concerne les échelles d'espace et de temps des processus appliqués, la génération d'architectures bien définies à l'échelle du nanomètre et la conception de structures optiques complexes et de métasurfaces à partir de régimes hors équilibre.

Objectifs scientifiques

- **Renforcer la photoactivité et la photoconversion en solution.** L'avènement de sources LED compactes et à émission réglable incite à générer une palette de nouvelles familles de composés organiques photoréactifs, servant entre autres de photoinitiateurs et de photocatalyseurs dans les domaines en plein essor de la polymérisation radicale contrôlée par la lumière, de la dépolymérisation, de la photodépollution et de la chimie verte. Étant donné que les transferts de masse et de chaleur sont des paramètres cruciaux régissant la cinétique de la réaction, la combinaison de sources lumineuses avec des technologies microfluidiques à flux continu (en particulier des réacteurs à micro/nano-gouttelettes) représente un deuxième champ d'investigation dynamique visant à améliorer considérablement la photoconversion grâce à des interfaces air/eau ou huile/eau améliorées et à une pénétration étendue de la lumière, par rapport aux processus classiques en discontinu.
- **Photostructuration exploitant le nanoconfinement de la lumière et de la matière.** Comparés à la lithographie par faisceaux d'électrons, les processus pilotés par la lumière et contrôlés à l'échelle du nanomètre constituent des alternatives intéressantes pour des technologies rentables permettant de produire des nanoconstructions 3D innovantes comme des coupleurs optiques, des (bio)capteurs ou des actionneurs, entre autres. Le confinement spatial à l'échelle du nanomètre et le couplage optique fort d'espèces photoréactives (par exemple, photopolymérisables) avec des structures plasmoniques, des cavités optiques (donnant naissance à la chimie polaritonique) ou des guides d'ondes à mode zéro favorisent de nouveaux paradigmes excitants de photoréactivité, reposant sur l'échange d'énergie non linéaire et ouvrant la voie à une réactivité collective améliorée à faible énergie. Leur gestion et leur étude nécessitent des sondes locales et des microscopies à haute résolution spatiale telles que la déplétion par émission stimulée, la microscopie à reconstruction optique stochastique et la spectroscopie Raman anti-Stokes cohérente, intelligemment exploitées en tant qu'outils d'écriture et d'analyse pour permettre le contrôle opératif du processus réactif.
- **Photofabrication bottom-up de larges surfaces optiquement actives.** Il est possible de fabriquer de grandes surfaces à géométrie complexe et de visualiser des structures fonctionnelles inférieures à 100 nm sur des domaines d'un mètre carré. L'irradiation pulsée ultrarapide exploite donc intelligemment la capacité des produits chimiques photoréactifs (complexes métalliques, molécules

organiques) à s'auto-assembler spontanément après un transfert d'électrons ou d'énergie photoinduit, et génère des nanostructures hors équilibre à partir de forts gradients chimiques avec des propriétés macroscopiques encore inexplorées. Pour aller plus loin, l'extension aux polarisations exotiques, à l'excitation multiphotonique et aux impulsions ultracourtes intenses dans l'XUV ou l'infrarouge moyen ouvrira des perspectives passionnantes telles que la création de nouveaux modèles issus de la réactivité dirigée par les charges, rendue possible par les lasers attoseconde, et l'adaptation des matériaux à l'échelle de l'atome ou de la molécule.

Exemples de livrables scientifiques attendus :

- Famille de composés photoréactifs dont l'excitation est réglable de l'UV au proche infrarouge
- Premier prototype de photoréacteur microfluidique à flux continu bien caractérisé
- Performances comparatives des technologies d'écriture et d'analyse 3D
- Rationalisation de l'auto-assemblage à partir de processus hors équilibre

Axe 3 : Énergie et environnement / Conversion de l'énergie solaire et protection contre la photodégradation

Contexte

Les systèmes photosynthétiques naturels convertissent très efficacement l'énergie lumineuse en énergie chimique grâce à un degré élevé de contrôle des quatre processus clés impliqués dans la photochimie :

- la récolte initiale des photons
- la séparation des charges induite par la lumière
- la capture efficace des substrats abondants pertinents, y compris le CO₂ atmosphérique,
- l'utilisation des charges photogénérées pour conduire la transformation multi-électronique de ces substrats, parfois dans une cascade d'étapes catalytiques.

Certains mécanismes sont également mis en œuvre pour protéger les systèmes contre les photodommages par le biais de composants sacrificiels et de processus d'auto-réparation.

L'idée maîtresse de cet axe est de reproduire l'organisation et les performances naturelles complexes en mettant en synergie les sciences (bio)moléculaires et les sciences des matériaux dans des systèmes hybrides combinant le meilleur des deux mondes. LUMA cherchera à reproduire une telle organisation contrôlée dans des systèmes photosynthétiques artificiels qui combineront des molécules biologiques et/ou synthétiques avec des matériaux inorganiques, agissant comme adsorbants, absorbeurs de lumière, relais redox/conducteurs électroniques ou catalyseurs, en relation étroite avec les pigments hybrides utilisés dans l'art et les revêtements photochromiques hybrides pour la protection des matériaux anciens. La structuration de ces systèmes hybrides sera contrôlée grâce à une série d'outils supramoléculaires et nanochimiques de pointe, y compris la fabrication d'origamis moléculaires (constructions d'ADN, maquettes polypeptidiques de-novo et agrégats protéiques réticulés, fonctionnalisation de surfaces multifonctionnelles).

Pour atteindre les objectifs susmentionnés, les performances des systèmes seront optimisées pour les fonctions clés susmentionnées via la préparation de systèmes photocatalytiques hybrides ou de photoélectrodes. Ces systèmes seront développés de manière rationnelle grâce à une modélisation multi-physique et multi-échelle. Une compréhension approfondie des processus de dégradation permettra de concevoir des solutions de protection ou de remédiation qui seront appliquées dans les systèmes avant leur mise en œuvre dans des dispositifs photo(électro)chimiques complets grâce à un prototypage et à des tests rapides dans des conditions réalistes.

Objectifs scientifiques

- **Photoélectrodes hybrides pour une meilleure collection de la lumière.** Un premier objectif est de préparer des photoélectrodes hybrides avec des performances améliorées grâce à l'utilisation d'effets d'antenne utilisant à la fois des chromophores moléculaires, des nanoparticules plasmoniques et des semi-conducteurs combinés à l'aide d'outils supramoléculaires et

nanochimiques modernes ; ces outils permettront également d'optimiser l'injection de charge vers des catalyseurs multi-électrons/multi-protons pour divers processus : la dissociation de l'eau, la photo(électro)réduction du CO₂, d'autres processus oxydatifs et réducteurs clés dans la production de produits chimiques, la photodégradation de polluants inorganiques tels que les émissions d'oxydes d'azote

- **Systèmes hybrides avec fonction intégrée de capture CO₂.** Ce deuxième objectif consiste à concevoir des composites hybrides qui peuvent à la fois capturer et convertir le CO₂ via l'intégration de systèmes de séquestration du CO₂ (par exemple, structures métallo-organiques, amines...) dans des systèmes photo(électro)catalytiques. L'efficacité de ces systèmes composites sera optimisée par le contrôle de la séparation des charges aux jonctions électroniques entre les différents composants (lumière récoltée, catalyseurs, substrat).
- **Compréhension des processus de dégradation et mise en œuvre de stratégies de photoprotection.** La combinaison de composants (bio)moléculaires et inorganiques à l'état solide s'est avérée prometteuse (par exemple, dans les cellules solaires à colorant) pour stabiliser les premiers grâce à une cinétique favorable et à des effets de confinement. Les mécanismes de dégradation induits par la lumière en jeu seront étudiés dans les systèmes susmentionnés, ainsi que dans les pigments hybrides et les revêtements photochromiques utilisés dans l'art ou dans les organismes photosynthétiques naturels, et des stratégies visant à améliorer la photostabilité dans des systèmes hybrides seront élaborées.
- **Dispositifs pour la production de carburant solaire.** Les systèmes photo(électro)catalytiques décrits ci-dessus seront intégrés dans des dispositifs photoélectrochimiques complets grâce à un prototypage rapide. Leurs performances et leur stabilité seront évaluées dans des conditions simulées réalistes, ainsi qu'en extérieur.

Exemples de livrables scientifiques attendus :

- Conception finale des systèmes photo(électro)catalytiques sélectionnés
- Première version de chaque système photo(électro)catalytique
- Système photo(électro)catalytique optimisé avec revêtement (photo)protecteur
- Démonstration d'une cellule photo(électro)catalytique intégrée ou d'un dispositif photochimique

Axe 4 : Santé / Lumière et cibles moléculaires pour les photothérapies de demain

Contexte

La lumière peut contribuer à détecter et guérir. Cependant, malgré un certain nombre de succès thérapeutiques, les photothérapies ne sont utilisées aujourd'hui que pour des applications de niche. La constitution des prémisses de photothérapies avec une efficacité élevée et de faibles effets secondaires nécessite des outils et des protocoles innovants avec le plus haut degré de contrôle spatial et temporel.

L'idée clé de cet axe est la combinaison efficace de la conception de photomédicaments et du contrôle des faisceaux lumineux ultrarapides pour réaliser de véritables percées thérapeutiques. L'utilisation de structures à l'échelle moléculaire activables par la lumière, telles que les nanoparticules (NPs) ou les molécules, semble être une voie prometteuse pour atteindre cet objectif. Cela nécessitera tout d'abord la synthèse d'objets fonctionnalisés dotés de propriétés induites par la lumière, spécifiques ou combinées. Il faudra également avoir accès, tant en laboratoire qu'au niveau clinique, à des sources de lumière/radiation adaptées, capables de déclencher à volonté des processus photo-induits par ces objets. Enfin, la compréhension des réponses physiques, chimiques et biologiques à plusieurs échelles permettra d'optimiser les traitements.

Objectifs scientifiques

- **Conception d'objets photosensibilisants non conventionnels.** La communauté française est très active dans le domaine de la nanomédecine pour concevoir des photomédicaments biocompatibles dotés de capacités de ciblage et de réponses différentielles entre tissus sains et malades. Ces connaissances seront combinées aux apports de la science des matériaux et de la photophysique

pour envisager de multiples façons d'interagir avec la lumière : sections transversales élevées d'absorption à deux photons et de rayons X, up-conversion de photons (efficacité dans les tissus profonds), actions photodynamiques et photothermiques (efficacité dans les tissus oxiques et anoxiques), libération de médicaments induite par la lumière.

- **Méthodes optiques avancées pour optimiser les photothérapies.** Les sources lumineuses pourraient offrir de nouveaux moyens de contrôler le processus de photoactivation en utilisant des combinaisons sophistiquées de séquences d'impulsions lumineuses, de polarisations, de contrôle cohérent, de modèles de faisceaux spatio-temporels, etc. Cela permettra de contrôler l'interaction lumière-matière, de définir où l'énergie est déposée et de savoir à quelle vitesse et dans quels degrés de liberté l'énergie est transférée et dissipée, optimisant ainsi les effets photothérapeutiques, atteignant des profondeurs de pénétration élevées et contournant l'évasion thérapeutique.
- **Compréhension des processus microscopiques pour améliorer les thérapies.** Les mesures résolues en temps, de la picoseconde à l'attoseconde, fournissent des informations détaillées sur les mécanismes de base du processus de photoactivation en mesurant la dynamique des charges, les émissions secondaires, les flux d'énergie et les réarrangements structuraux à l'échelle microscopique. Une meilleure compréhension des processus de post-absorption de la lumière permettra d'optimiser le processus d'actionnement. Elle permet également de contrôler l'influence du mode de dépôt de l'énergie lumineuse (durée de l'impulsion, taux de répétition) sur les effets biologiques (formation de radicaux, augmentation de la température, pression). Vient ensuite la question clé de la réponse du système biologique à ce stress (apoptose, nécrose, arrêt vasculaire, induction d'une réponse inflammatoire locale aiguë et activation du système immunitaire). Pour cette cible, LUMA vise à atteindre le stade préclinique pour différents types de cancer sans traitement idéal et avec une faible espérance de vie après le diagnostic (glioblastome, mésothéliome, cancer du pancréas, etc.). Le ciblage sera adapté (par exemple, NRP-1 pour le glioblastome ou ELP pour l'environnement inflammatoire de la tumeur) afin de répondre à ces différentes situations.
- **Développement de prototypes pour applications cliniques.** Cela requiert des démonstrations de principe utilisant l'infrastructure ultrarapide de LUMA, la synthèse, la modélisation et des liens avec des entreprises françaises dans le domaine de l'optique ultrarapide. Cela nécessite également la mise à l'échelle de la synthèse et la normalisation des procédures d'illumination entre les sites afin de préparer l'étape clinique.

Exemples de livrables scientifiques attendus :

- Disponibilité de nano-objets innovants pour les études mécanistiques
- Effet des propriétés du faisceau lumineux sur l'efficacité des nano-objets : objets traditionnels et objets innovants
- Stratégies thérapeutiques optimisées combinant les meilleurs nano-objets avec des faisceaux de lumière optimisés
- Diffusion des systèmes et procédures d'illumination dans le domaine clinique

2.2. Principales caractéristiques des manifestations d'intérêt

Les manifestations d'intérêt seront nécessairement collaboratives et interdisciplinaires, proposées par un minimum de cinq équipes de recherche issues d'unités de recherche différentes et ne pourront se positionner que sur **un seul axe**. Elles devront répondre à plusieurs objectifs scientifiques au sein d'un axe, tels que listés ci-dessus (cf. 2.1). Les dépôts devront couvrir le plus largement possible le périmètre de l'axe.

Selon le modèle disponible, le consortium présentera succinctement son projet scientifique, l'état de l'art, les objectifs poursuivis, la méthodologie de recherche et le calendrier, suivis d'une description de l'organisation du consortium et d'une explication des ressources nécessaires, et la répartition budgétaire prévisionnelle succincte avec une motivation concise de son utilisation. Les compétences des équipes partenaires, leurs apports, leurs complémentarités et leurs travaux antérieurs les plus significatifs pour

le travail envisagé seront également décrits. Le dossier ne devra pas dépasser 12 pages.

Le format attendu des consortiums est d'environ dix équipes de recherche par axe (minimum de cinq équipes, pas de limite supérieure). La demande financière pourra concerner des moyens humains de recherche (typiquement doctorants, post-docs, ingénieurs), des frais de fonctionnement et du petit équipement. Le financement de gros équipement (>50 k€) est exclu de cet appel à manifestations d'intérêt, sauf en cas de cofinancement par des ressources propres, la contribution de LUMA étant plafonnée à 50 k€.

La complémentarité entre partenaires et l'interdisciplinarité feront partie des critères majeurs de sélection. L'implication des plateformes du réseau d'infrastructures de LUMA est fortement encouragée. L'appui sur d'autres plateformes (hors LUMA) pourra être suggérée. L'aspect novateur, le degré de couverture thématique de l'axe et le potentiel de valorisation des recherches seront également évalués attentivement. Les propositions veilleront à ce que les recherches proposées n'empiètent pas sur les domaines déjà couverts par d'autres PEPR. À l'examen des dossiers, une attention particulière sera portée à ne pas financer les mêmes chercheurs sur plusieurs projets de consortiums.

À l'issue du processus, quatre projets de consortiums (Moonshot Projects, un par axe) seront sélectionnés. Le montant de l'aide pour chaque projet sera de 2 M€ en moyenne. Le CODIR LUMA se réserve le droit de réajuster l'enveloppe budgétaire en fonction de la couverture thématique proposée par chaque consortium.

Chaque Moonshot Project pourra bénéficier du financement LUMA pendant une durée de 5 ans pour réaliser les travaux de recherche proposés, suite à une contractualisation avec l'ANR sous forme de Projet Ciblé. L'implication du responsable du projet devra être à minima de 20%. Il intégrera le Comité Exécutif (COMEX) et le Comité Recherche (CR) de la gouvernance du PEPR LUMA.

3. Examen des projets proposés

3.1. Principales étapes

Les principales étapes de la procédure de l'appel à manifestations d'intérêt (AMI) sont les suivantes :

- Dépôt par les consortiums des projets définitifs issus du travail préparatoire (via les workshops animés par les directeurs de programme) sur le site dédié de l'ANR (voir calendrier détaillé en § 1.4). Les dossiers déposés devront décrire :
 - les enjeux, les objectifs, l'état de l'art du projet et les réalisations antérieures du consortium ;
 - le projet scientifique envisagé, les défis adressés, la méthodologie proposée, les infrastructures de LUMA utilisées, l'impact attendu, les étapes clés, le calendrier et les livrables ;
 - les partenaires nécessaires à la réalisation du projet, leurs rôles, leurs complémentarités, l'organisation du consortium et son caractère interdisciplinaire, ainsi qu'un *curriculum vitae* du responsable du projet ;
 - les ressources nécessaires, l'aide globale demandée à l'ANR, son mode de répartition et les éventuels cofinancements ;
 - les publications les plus pertinentes des équipes participantes sur les cinq dernières années.
- Examen de la **recevabilité** des dossiers par l'ANR, selon les critères explicités au § 3.2.
- Évaluation des dossiers et sélection par un comité d'évaluation ANR, selon les critères explicités au § 3.3.

3.2. Critères de recevabilité

- 1) Le dossier de dépôt doit être déposé complet sur le site de dépôt de l'ANR avant la date et l'heure de clôture de l'appel à manifestations d'intérêt.
- 2) Le dossier de dépôt pour l'AMI doit être impérativement au format PDF non protégé et ne pas dépasser 12 pages (hors carte d'identité, résumés et table des matières) et sans annexes, en suivant le modèle proposé par l'ANR (taille de police minimum : 11, Times New Roman, interligne 1,15). Tout document dépassant la limite de pages imposée rendra automatiquement le dossier non recevable.
- 3) Implication du responsable du projet supérieure ou égale à 20%.
- 4) Consortium constitué d'un minimum de cinq équipes de recherche issues d'unités de recherche différentes.
- 5) Sont exclus également les projets qui causeraient un préjudice important du point de vue de l'environnement (application du principe DNSH – Do No Significant Harm ou « absence de préjudice important ») au sens de l'article 17 du règlement européen sur la taxonomie.

3.3. Critères d'évaluation des projets de consortiums pour financement

Les critères d'évaluation sont donnés à **titre indicatif pour orienter les porteurs** lors de la rédaction de leur dossier de réponse à l'AMI.

- 1) Excellence et ambition scientifique :
 - Clarté des objectifs et des hypothèses de recherche ;
 - Caractère novateur, ambition, originalité, interdisciplinarité, rupture méthodologique ou conceptuelle du projet par rapport à l'état de l'art ;
 - Pertinence de la méthodologie ;
 - Capacité du projet à répondre aux enjeux de recherche de l'axe scientifique choisi (§ 2.1) ;
 - Impacts économiques et sociétaux.
- 2) Qualité du consortium et gouvernance :
 - Compétence, expertise et implication du responsable du projet : capacité à coordonner un consortium national interdisciplinaire et ambitieux, parcours académique et reconnaissance internationale du porteur ;
 - Qualité et complémentarité du consortium scientifique au regard des objectifs du projet ;
 - Pertinence du calendrier et crédibilité des livrables proposés ;
 - Pertinence et efficacité de l'organisation au sein du consortium (pilotage, tâches, animation).
- 3) Pertinence des moyens demandés :
 - Justification des moyens matériels et humains sollicités auprès du PEPR ;
 - Adéquation des moyens demandés aux objectifs et modalités de financement du PEPR.

4. Dispositions générales pour le financement

4.1. Financement

Les appels financés au titre du PEPR présentent un caractère exceptionnel et se distinguent du financement récurrent des établissements universitaires ou de recherche.

Les financements alloués représentent des moyens supplémentaires destinés à des actions nouvelles. Ils pourront permettre le lancement de projets de recherche innovants, et financer, par exemple, l'achat d'équipements ainsi que des dépenses de personnel affecté spécifiquement à ces projets et de fonctionnement associé.

Les dépenses éligibles sont précisées dans le règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'action PEPR. Le soutien financier sera apporté sous la forme d'une dotation, dont le décaissement est effectué par l'ANR pour l'établissement coordinateur du projet, selon l'échéancier prévu dans le contrat, sur la durée du projet.

Les participants aux projets financés s'engagent à systématiquement mentionner le soutien par le programme France 2030 et le PEPR LUMA dans les actions et documents de dissémination des résultats qui en seraient issus.

Les règles de financement sont précisées dans le règlement financier disponible sur le site de l'ANR.

4.2. Accords de consortium

Un accord de consortium, qui peut être constitué d'un ensemble d'accords entre l'établissement coordinateur et chacun des établissements partenaires individuellement, précisant les droits et obligations de chaque Établissement partenaire, au regard de la réalisation du projet, devra être fourni par l'Établissement coordinateur dans un délai maximum de 12 mois à compter de la date de signature du contrat attributif d'aide. En cas d'accords multiples, l'Établissement coordinateur se porte garant dans ce cas de la cohérence (absence de clauses contradictoires) de cet ensemble d'accords.

L'ensemble des Établissements partenaires qui affectent des moyens au Projet sont signataires de ces accords même s'ils ne bénéficient pas d'une quote-part de l'aide.

Cet accord précise notamment selon la typologie des projets financés :

- les modalités de valorisation des résultats obtenus au terme des recherches, et de partage de leur propriété intellectuelle ;
- la répartition des tâches, des moyens humains et financiers et des livrables ;
- le régime de publication / diffusion des résultats ;
- la gouvernance, en précisant notamment le nom du responsable du projet pour l'établissement coordinateur ;
- la valorisation des outils et/ou produits pédagogiques numériques réalisés.

L'Établissement coordinateur envoie directement une copie de cet accord, ainsi que celles de ses éventuels avenants, à l'ANR.

Cet accord permettra d'évaluer l'absence d'une aide indirecte octroyée aux Entreprises par l'intermédiaire des établissements d'enseignement supérieur et/ou de recherche.

L'absence de ce document pourra conduire à la cessation du financement du projet et à l'application des dispositions prévues à l'article 6.6 (suspension et reversement de l'aide).

L'élaboration d'un accord de consortium n'est pas nécessaire s'il existe déjà un contrat-cadre contenant les dispositions ci-dessus liant les Établissements partenaires. Une copie de ce contrat-cadre ou une attestation devra être transmise avant la signature du contrat attributif d'aide. À l'expiration dudit contrat, si celui-ci n'est pas reconduit, l'accord de consortium sera alors requis.

4.3. Science ouverte

Dans le cadre de la contribution de l'ANR à la promotion et à la mise en œuvre de la science ouverte, et en lien avec le Plan national pour la science ouverte au niveau français (PNSO) et le Plan S au niveau international, les bénéficiaires de la subvention France 2030 s'engagent à garantir le libre accès immédiat aux publications scientifiques évaluées par les pairs et à adopter, pour les données de recherche, une démarche dite FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) conforme au principe « aussi ouvert que possible, aussi fermé que nécessaire ». Ainsi, toutes les publications scientifiques issues de projets financés dans le cadre des PEPR, seront rendues disponibles en libre accès sous la licence Creative Commons CC-BY ou équivalente, en utilisant l'une des trois voies suivantes :

- publication dans une revue nativement en libre accès ;
- publication dans une revue par abonnement faisant partie d'un accord dit transformant ou journal transformatif¹ ;
- publication dans une revue à abonnement. La version éditeur ou le manuscrit accepté pour publication sera déposé dans l'archive ouverte HAL par les auteur.e.s sous une licence CC- BY en mettant en œuvre la Stratégie de non-cession des droits (SNCD), selon les modalités indiquées dans les conditions particulières de la décision ou contrat de financement.

De plus, l'Établissement coordinateur s'engage à ce que le texte intégral de ces publications scientifiques (version acceptée pour publication ou version éditeur) soit déposé dans l'archive ouverte nationale HAL, au plus tard au moment de la publication, et à mentionner la référence ANR du projet de recherche dont elles sont issues.

L'ANR encourage à déposer les pré-prints dans des plateformes ouvertes ou archives ouvertes et à privilégier des identifiants pérennes ou uniques (DOI ou HAL Id, par exemple). Par ailleurs, l'ANR recommande de privilégier la publication dans des revues ou ouvrages nativement en accès ouvert².

Enfin, l'Établissement coordinateur s'engage à fournir dans les 6 mois qui suivent le démarrage du projet, une première version du Plan de Gestion des Données (PGD) selon les modalités indiquées dans le contrat attributif d'aide.

¹ Définition d'accord dit [transformant](https://www.coalition-s.org/faq-theme/publication-fees-costs-prices-business-models/) ou [journal transformatif](https://www.coalition-s.org/faq-theme/publication-fees-costs-prices-business-models/) : <https://www.coalition-s.org/faq-theme/publication-fees-costs-prices-business-models/>

² Le site DOAJ (<https://doaj.org/>) répertorie les revues scientifiques dont les articles sont évalués par les pairs et en libre accès. Le site DOAB (<https://www.doabooks.org/>) fait de même pour les monographies.

5. Modalités de dépôt

5.1. Contenu du dossier de dépôt

Le dossier de dépôt devra comporter l'ensemble des éléments nécessaires à l'évaluation scientifique et technique du projet. Il devra être déposé avant la clôture de l'appel à manifestation d'intérêts, dont la date et l'heure sont indiquées page 4.

IMPORTANT

Aucun élément complémentaire ne pourra être accepté après la clôture de l'appel à manifestations d'intérêts dont la date et l'heure sont indiquées page 4.

Le dossier devra être déposé sur le site de dépôt dont l'adresse est mentionnée page 4. Afin d'accéder à ce service, il est indispensable d'obtenir au préalable l'ouverture d'un compte (identifiant et mot de passe). Pour obtenir ces éléments, il est recommandé de s'inscrire le plus tôt possible.

Le dossier de dépôt complet est constitué d'un document en anglais, selon le modèle accessible à partir de la page web de publication du présent appel à manifestations d'intérêt (voir adresse page 1), comprenant une description complète du projet de consortium envisagé (voir contenu en § 3.1), de 12 pages maximum (hors carte d'identité, résumés et table des matières) et sans annexes.

5.2. Procédure de dépôt

Les documents du dossier de dépôt devront être transmis par le coordinateur du consortium :

SOUS FORME ÉLECTRONIQUE impérativement :

- avant la date de clôture indiquée page 4 du présent appel à manifestation d'intérêt,
- sur le site web de dépôt ANR

L'inscription préalable sur le site de dépôt est nécessaire pour pouvoir soumettre un projet.

Seule la version électronique des documents de dépôt présente sur le site de dépôt à la clôture de l'appel à projets est prise en compte pour l'évaluation.

UN ACCUSÉ DE RÉCEPTION, sous forme électronique, sera envoyé au responsable du projet lors du dépôt des documents.

5.3. Conseils pour le dépôt

Il est fortement conseillé :

- d'ouvrir un compte sur le site de dépôt au plus tôt ;
- de ne pas attendre la date limite d'envoi des projets pour la saisie des données en ligne et le téléchargement des fichiers (attention : le respect de l'heure limite de dépôt est impératif) ;
- de vérifier que le document déposé dans l'espace dédié « documents de dépôt » soit complet et correspondent aux éléments attendus ;
- de consulter régulièrement le site internet dédié au programme, à l'adresse indiquée page 1, qui comporte des informations actualisées concernant son déroulement ;
- de contacter, si besoin, les correspondants par courrier électronique, à l'adresse mentionnée page 4 du présent document.



GOUVERNEMENT



Contacts

Les renseignements concernant le processus administratif (constitution du dossier, démarches en ligne, taux d'aide) pourront être obtenus auprès de l'ANR par courriel :

PEPR-LUMA@agencerecherche.fr