

OFFRE DE STAGE (Mai-Juillet 2026)

Contribution à la réalisation du Bilan de Gaz à Effet de Serre (BEGES) du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N) et de sa centrale de technologie : Calcul, analyse des évolutions 2022-2025, et évaluation de l'impact carbone de différents scénarii d'adaptation.

Le travail sera centré sur les différentes étapes du calcul de l'empreinte carbone du C2N et de sa centrale de technologie en s'appuyant sur une méthodologie développée en 2025, et sur l'effet de différents scénarii d'adaptation. Les bilans « carbone » des années 2023 et 2024 seront consolidés. Le bilan carbone année 2025 sera calculé à partir des indices-carbone disponibles, en utilisant l'outil GES 1point5 développé par le GDR Labos 1point5. Les évolutions et tendances des différents postes du calcul seront analysées sur la période 2022-2025. Le poste achats sera approfondi, par typologie d'achats, et un programme pour l'amortissement des équipements-investissement, sera réalisé, testé sur ces 4 années. L'impact carbone de différents scénarii d'adaptation touchant aux différents postes, priorisés après une consultation de l'ensemble du laboratoire menée en 2026, sera quantifié à l'aide de l'outil SCENARIO de Labos1.5. Un rapport d'analyse détaillé sera rédigé et publié. Les résultats obtenus seront présentés aux personnels. Si le temps le permet, des visuels (posters et fiches) seront construits pour les actions de vulgarisation du C2N sur ce sujet, en particulier Fête de la science octobre 2026.

LIEU : Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N), UMR 9001, CNRS, Université Paris-Saclay, université Paris-Cité

NIVEAU : 1^{ère} année école ingénieurs - physique ou équivalent

DUREE : 4 à 8 semaines

PERIODE : mai-juillet 2026

Encadrants de stage :

- **Tutrices de stages :** Sophie BOUCHOULE (Co-référente développement durable du C2N) ; Marine ANDRE (Responsable Service Budget Finances)
sophie.bouchoule@cnrs.fr , marine.andre@universite-paris-saclay.fr
- **Encadrants avec lesquels le/la stagiaire travaillera :** **Equipe BEGES2026** - Amanda Trepagny, Anne Talneau, Aristide Lemaître, Davide Cammilleri, Elodie Colin, Federico Panciera, Guillemain Rodary, Jean-Michel Manceau, Laurent Couraud, Marine André, Nadia Belabas, Nathalie Bardou, Sophie Bouchoule, Stefano Pirotta.

Documents de référence : rapport détaillé Bilan carbone du C2N :

Jules Becquemont, Antoine Darret. 2022 *Carbon Footprint Assessment of C2N and its Micro-Nanotechnology Facility – methodology, implementation, analysis and reduction strategies*. CNRS; Université Paris-Saclay; Université Paris Cité. 2025. [\(hal-05203071\)](#)

Le LABORATOIRE :

Le C2N est implanté dans le pôle de recherche du plateau de Saclay depuis fin 2018. La mise en service de ses infrastructures, après l'installation des équipements de recherche et le démarrage des activités, s'est terminée en 2021-2022. Il rassemble près de 400 personnels de recherche, dont 200 membres permanents scientifiques et techniques et autant de non-permanents (doctorants, postdoctorants, collaborateurs extérieurs). Il est structuré en quatre départements aux activités de recherche centrées sur les nouvelles technologies : la nanoélectronique, la photonique intégrée et quantique, les micro-nanosystèmes, et l'élaboration de nanomatériaux. Le C2N concilie un continuum de recherche de la physique fondamentale, aux



enjeux applicatifs. Il en découle une mixité de culture scientifique, et une large visibilité et attractivité avec plus de 35 nationalités en moyenne au C2N en permanence depuis 2018. Le C2N héberge également des partenariats industriels et les activités de start-up. Au cœur des activités de recherche se trouve la centrale de technologie du C2N, dédiée à la fabrication des micro-nanodispositifs, à l'élaboration et la caractérisation structurale et physico-chimique des matériaux. Elle est intégrée à l'Infrastructure de Recherche Renatech [1], et sa majeure partie se trouve en salle propre, la plus grande salle propre dédiée à la recherche académique en France (2900 m²), similaire aux infrastructures des procédés de la micro-nanoélectronique. Les installations du C2N sont intrinsèquement très énergivores. Depuis 2022, des efforts particuliers ont été réalisés pour réduire l'empreinte énergétique du bâtiment, et la consommation en ressources naturelles (eau, He liquide..) [2-5], [6]. Ces efforts ont notamment conduit à une réduction de 60% de l'empreinte carbone due à la consommation énergétique du bâtiment et de ses installations de recherche [7].

Le C2N a réalisé avec l'outil GES1.5 [8] en 2025 le calcul de son bilan carbone, et de sa centrale de technologie pour contribuer au bilan global du réseau RENATECH. En 2025, les bilans carbone des années 2023-2024-2025 seront consolidés, et pour aller plus loin, l'effet carbone de différents scénarii d'atténuation sera quantifié, pour déboucher sur des propositions de mises en œuvre.

[1] Réseau des grandes centrales de micro-nanofabrication. <https://www.renatech.org/>

[2-5] S. Bouchoule, A. Lemaitre *et al.*, <https://hal.science/hal-04824164> ; <https://cnrs.hal.science/C2N/hal-04630156> ; <https://hal.science/hal-04556913> ;

[6] <https://www.cnrs.fr/fr/actualite/les-salles-blanches-au-cnrs-concilier-recherche-de-pointe-et-impact-carbone>

[7] https://fr.linkedin.com/posts/centre-de-nanosciences-et-de-nanotechnologies-c2n_bilan-carbone-du-c2n-2025-activity-7428030219401322496-DrTd

[8] <https://labos1point5.org/> ; <https://apps.labos1point5.org/ges-1point5>

Projet de Stage :

Le/la stagiaire rejoindra l'équipe BEGES2026 constituée pour calculer l'empreinte carbone de l'ensemble des postes concernant un laboratoire de recherche (énergie, missions, mobilités, achats, informatique, alimentation). Au cours du stage, il/elle :

- assimilera la méthodologie mise en place en 2024, l'améliorera, inclus en ce qui concerne l'extraction pour la centrale » de technologie
- prendra en main l'outil GES 1point5, son fonctionnement et ses spécifications. Et mettra en œuvre cet outil en autonomie, pour la consolidation du calcul sur les données 2023-2024, et pour la réalisation du calcul sur les données 2025.
- vérifiera et formatera les données brutes pour produire les données d'entrée du calcul.
- participera à la réalisation des enquêtes internes nécessaires pour certains postes du calcul, analysera et formatera les résultats recueillis.
- définira des protocoles semi-automatiques (programmation python) pour l'analyse, la vérification, et la correction éventuelle de ces données brutes et prendra en charge cette analyse jusqu'à la production des données fiabilisées et formatées pour l'outil GES 1point5 ; vérifiera la cohérence et pertinence des résultats produits par l'outil ; et participera à la mise en forme de l'empreinte carbone finale du C2N et de sa centrale de technologie
- quantifiera l'effet de la prise en compte d'un amortissement pluriannuel des investissements au travers du programmation intermédiaire sous python.
- prendra en main l'outil SCENARIO de labos1point5, pour quantifier l'impact de scénarii d'atténuation, définis avec l'équipe BEGES2026.

Durant son stage, il/elle présentera aux différents groupes de recherche et plateformes ou services du laboratoire, les premiers résultats du calcul d'empreinte carbone et leur analyse critique avec les grandes tendances et les incertitudes. Si la durée du stage le permet, il/elle échangera avec le service communication du laboratoire en vue de communiquer à l'extérieur sur l'ensemble du travail



Profil recherché

- Niveau L3 en Physique générale, ou Physique des énergies, avec une bonne base méthodologique pour l'analyse et le traitement des données.
- maîtrise du langage de programmation python, ou équivalent, intérêt et appétence pour l'analyse de données, la manipulation d'outils et programmes de traitement des données
- capacité à établir des protocoles, rigueur dans l'analyse et la production de données
- à poursuivre en autonomie des objectifs fixés, à mobiliser une équipe.
- à interagir en équipe et à communiquer sur ses méthodes et résultats
- à interagir et communiquer avec différents collaborateurs : chercheurs, ingénieurs et techniciens, personnel administratif
- sensibilisation aux enjeux environnementaux et de développement durable

Informations complémentaires

- Toutes les démarches sont à entreprendre **au minimum 5 semaines** avant la date de début du stage.
- Le laboratoire C2N est classé zone à régime restrictif (ZRR) par le CNRS. Les candidatures Hors Europe sont soumises à l'approbation du Fonctionnaire Sécurité Défense (FSD)
- le/la stagiaire reçoit une gratification, payée en fin de stage, équivalente à 659,76 € pour un mois complet (22 jours à 07h00 par jour).

