

**Sujet de thèse**  
**École doctorale EEA de Lyon**

*Merci de compléter l'ensemble des rubriques et de lire les notes de bas de page.*

<b>Etablissement d'inscription :</b> Ecole Centrale de Lyon <sup>1</sup>
<b>École doctorale :</b> ED 160 EEA de Lyon dirigée par Mr Delachartre Philippe
<b>Intitulé du doctorat :</b> Ingénierie pour le vivant <sup>2</sup>
<b>Sujet de la thèse :</b> Etude des interactions entre les virus et leurs hôtes procaryotes autotrophes dans le sol
<b>Unité de recherche :</b> Ampère <sup>3</sup> , dirigée par Christian Vollaire
<b>Directeur/trice de thèse :</b> Mr NICOL Graeme
<b>Co-directeur/trice de thèse (le cas échéant)<sup>4</sup> :</b>
<b>Co-directeur/trice de thèse en entreprise (le cas échéant) :</b>

<sup>1</sup> A impérativement choisir dans la liste suivante : Ecole Centrale de Lyon, INSA de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1

<sup>2</sup> A impérativement choisir dans la liste suivante : Automatique // Electronique, Micro et Nano-électronique, Optique et Laser // Génie Electrique // Ingénierie pour le vivant Traitement du signal et de l'Image)

<sup>3</sup> A impérativement choisir dans la liste suivante : Laboratoire Ampère, CITI, CREATIS, INL, LAGEP, LGEF

<sup>4</sup> Un/une co-encadrant-e n'est pas nécessairement co-directeur/trice de thèse puisque pour remplir ce rôle, il est nécessaire d'être habilité à diriger des recherches (pour plus de précision, voir le règlement intérieur de l'ED EEA, section 3.

### **Collaboration(s)/partenariat(s) extérieur(s) éventuels<sup>5</sup> :**

Prof. Mary Firestone - University of California, Berkeley. GN is currently a named and funded external collaborator on Department of Energy programme 'Cross Kingdom Interactions'. The PhD student will have the opportunity to collaborate, and if circumstances allow, visit Berkeley for learning bioinformatic skills.

### **Domaine et contexte scientifiques :**

With an increasing global population, there has been a rise in fertiliser application rates since the mid-20th century. This has resulted in a grossly accelerated nitrogen cycle where more nitrogen is now added to the World's soils in the form of inorganic nitrogen fertiliser than occurs 'naturally'. This has severe deleterious environmental consequences with nitrate leaching and pollution of ground- and coastal waters and also results in increased emissions of the greenhouse gas nitrous oxide.

In soil all these processes are controlled by microbial communities. While there is substantial knowledge of the diversity and function of organisms regulating nitrogen cycling, the frequency and impact of interactions with viruses on their activity in soil is completely unknown. Identification and understanding the role of viruses on nitrogen-cycling populations may lead to strategies facilitating control of deleterious processes performed by soil bacteria and mitigate nitrogen pollution.

**Mots-clefs :** Nitrification, microbiologie des sols, virus, gaz à effet de serre, isotopes stables

### **Objectifs de la thèse :**

Specific objectives of the thesis are:

1. Development of a model soil system using stable (i.e. non-radioactive) isotopes allowing the targeted study of interactions of soil viruses and specific groups of prokaryotes performing an essential biogeochemical cycle.
2. Identification of viruses in soil infecting host organisms involved in the nitrogen cycle
3. Determine the impact of soil viruses on the rates of soil nitrogen cycling (e.g. nitrification, production of the greenhouse gas nitrous oxide).

### **Verrous scientifiques :**

---

<sup>5</sup> Hors contrats doctoraux fléchés UMI par l'établissement, les sujets de thèse en cotutelle ne sont pas acceptés.

Viruses are the most abundant form of life on the planet, with an estimated total of  $10^{31}$  viruses in the biosphere. As obligate intracellular parasites, infection by lytic viruses is followed by replication inside and lysis of the host cell, releasing new virions into the environment. In addition to the control of population numbers through lysis and death, this process also has major consequences for nutrient cycles. In the marine environment, this viral-induced release of nutrients is known as the 'viral shunt' where it is estimated that 20-40% of marine bacteria are killed on a daily basis and releasing 150 Gt of carbon annually. As the life cycle of a virus results in the linkage of two host cells (i.e. the cell where the virus was produced and the subsequent infected host), they are also important vectors for horizontal gene transfer and the acquisition of new phenotypic traits. In the soil environment, while these processes have been demonstrated in pure culture studies, there is a paucity of work examining discrete virus-host interactions natively in soil compared to other habitats due to the inherent complexity of the environment.

#### **Contributions originales attendues :**

We currently have little knowledge of the dynamics of viral communities in soil, and this research program aims to develop a model system for studying virus-prokaryotic host interactions and impacts on associated ecosystem functions. This research is therefore of direct relevance to those interested in the ecology and contribution of soil organisms to both C and N biogeochemical cycles. It also lays foundations for further collaborations exploring ecological and metagenomic studies on soil viruses (i.e. diversity, interactions and geochemical cycling). We expect to learn that soil viruses are of central importance to C and N cycling; these critically important players have been largely unknown due to difficulty of study and the phenomenal microbiological complexity of soil.

#### **Programme de recherche et démarche scientifique proposée :**

This proposal aims to determine the interaction of a taxonomically-restricted selection of prokaryotic populations with their infecting viruses in situ i.e. within the complex soil environment. We propose to target organisms that specifically use CO<sub>2</sub> as a carbon source and are restricted to a specific functional process (autotroph-associated nitrification) using metagenomic analysis of isotopically-enriched <sup>13</sup>C-DNA. While nitrifying prokaryotes are ubiquitous and responsible for a critical step in the nitrogen cycle, they represent a very minor proportion of all taxa found in soil. In addition, incubation studies typically observe a further selection of specific taxa from the total nitrifier community that grow under defined conditions (e.g. after application of fertilizer). As such, this dramatically reduced complexity of organisms growing on <sup>13</sup>C has the potential for creating a model system allowing the study of interactions of soil viruses with a very specific group of prokaryotes performing an essential biogeochemical cycle.

**Encadrement scientifique :**

- **Description du comité d'encadrement :** [à compléter avec le rôle dans l'encadrement scientifique (en termes de compétences scientifiques, etc.) et le pourcentage d'implication du directeur de thèse <sup>6</sup> et des autres membres du comité<sup>7</sup> ]

Nom Prénom	Labo / Equipe	Compétences scientifiques	Taux d'encadrement %
Mr NICOL Graeme	Ampère Bio-Ingénierie	microbiologie des sols, Cycle de l'azote	75
Mr HAZARD Christina	Ampère Bio-Ingénierie	Écologie moléculaire, microbiologie des sols	25

- Le comité d'évaluation de l'HCERES ayant demandé à l'école doctorale de limiter la taille du comité d'encadrement à deux membres (directeur de thèse compris), il est impératif de ne proposer des comités d'encadrement de taille plus importante que si cela est absolument nécessaire<sup>8</sup> et **de le justifier soigneusement.**
- **Intégration au sein du (ou des) laboratoire(s) (Département/Equipe(s) impliquée(s)) (pourcentage du temps travail au sein de ce ou ces laboratoire(s)) :**

100% Laboratoire Ampère

<sup>6</sup> Le directeur de thèse doit être un HdR rattaché à l'ED EEA ou en passe de le devenir avant juin de l'année en cours ou bénéficier d'une dérogation du Conseil Scientifique lors du dépôt du sujet de thèse.

<sup>7</sup> Dans le cas d'un comité d'encadrement réparti sur plusieurs établissements, la plus grande partie de l'encadrement est effectuée par des membres de l'établissement. Si l'encadrement de la thèse implique des membres hors de l'ED EEA, la part de l'encadrement des membres ED doit être très supérieure à 50%.

<sup>8</sup> Un certain nombre de commissions type CNU ne reconnaissent un co-encadrement qu'au-delà d'un certain pourcentage. Souvent l'encadrement est considéré comme effectif si > 30%.

**Financement de la thèse :** Contrat doctoral de l'établissement d'inscription

**Profil du candidat recherché (prérequis) :**

- Training in microbiology
- Research experience in microbiology or virology
- Enthusiasm for bioinformatics

**Objectifs de valorisation des travaux de recherche :**

- Publications in peer-reviewed scientific journals
- Presentations at international conferences

**Compétences qui seront développées au cours du doctorat :**

- Expertise in cutting edge molecular techniques (DNA stable isotope probing, high throughput sequencing)
- Soil sampling and analysis
- Bioinformatics (pipeline development and database construction)
- Scientific networking and communication

**Perspectives professionnelles après le doctorat :**

- Academic career (Postdoctoral Researcher)
- Industry, Private and Government sector (Virologist, Bioinformatician, Molecular techniques Technician)

**Références bibliographiques sur le sujet de thèse :**

1. Methane-derived carbon flow through host-virus trophic networks in soil. S Lee, ET Sieradzki, AM Nicolas, RL Walker, MK Firestone, C Hazard, GW Nicol. Methane-derived carbon flow through host-virus trophic networks in soil. bioRxiv.  
<https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2020/12/16/2020.12.16.423115.full.pdf>

2. The consequences of niche and physiological differentiation of archaeal and bacterial ammonia oxidisers for nitrous oxide emissions. L Hink, C Gubry-Rangin, GW Nicol, JI Prosser. The ISME journal 12 (4), 1084-1093

3. Cultivation of an obligate acidophilic ammonia oxidizer from a nitrifying acid soil

LE Lehtovirta-Morley, K Stoecker, A Vilcinskis, JI Prosser, GW Nicol

Proceedings of the National Academy of Sciences 108 (38), 15892-15897

4. Archaea predominate among ammonia-oxidizing prokaryotes in soils. S Leininger, T Urich, M Schloter, L Schwark, J Qi, GW Nicol, JI Prosser, SC Schuster, C Schleper. Nature 442 (7104), 806-809/