



RECONSTITUTION DE LA DYNAMIQUE OCÉANIQUE ET DES CHANGEMENTS DU CYCLE DU CARBONE DANS L'OCÉAN ARCTIQUE À L'ÉCHELLE DES CYCLES GLACIAIRES-INTERGLACIAIRES

RECONSTITUTION OF OCEAN DYNAMICS AND CHANGES IN THE CARBON CYCLE IN THE ARCTIC OCEAN AT GLACIAL-INTERGLACIAL TIMESCALE

Etablissement **Université Paris-Saclay GS Géosciences, climat, environnement et planètes**

École doctorale **Sciences de l'Environnement d'Ile-de-France**

Spécialité **Sciences du climat, de l'atmosphère et des océans, terrestres et planétaire**

Domaine Scientifique **Sciences de la terre et de l'univers, espace**

Unité de recherche **Géosciences Paris Saclay**

Encadrement de la thèse **Sophie SEPULCRE**

Cotutelle CANADA

Début de la thèse le **1 octobre 2026**

Date limite de candidature (à 23h59) **22 mars 2026**

Grands défis sociétaux

Climat, énergie, mobilité

Mots clés - Keywords

Paléocéanographie, Cycle du Carbone, Dynamique océanique, Océan Arctique, Géochimie élémentaire et isotopique, Foraminifères
Paleoceanography, Carbon cycle, Ocean dynamics, Arctic Ocean, Elemental and isotopic geochemistry, Foraminifera

Description de la problématique de recherche - Project description

Reconstituer les changements de la dynamique océanique et du cycle du carbone dans le passé est non seulement un enjeu pour la compréhension de la variabilité du climat mais également pour l'évaluation du devenir du carbone anthropogénique dans le futur. Les archives naturelles telles que les sédiments marins permettent d'accéder aux variations de la circulation et de la chimie des masses d'eau dans le passé, notamment via la signature géochimique des biominéraux tels fixés dans la coquille de microfossiles. Toutefois, les résultats issus traceurs isotopiques (d18O et d13C) et de rapports élémentaires (e.g., Sr/Ca, Mg/Ca, U/Ca, Cd/Ca, ...) mesurés sur des microfossiles tels que les foraminifères ne sont pas univoques, mettant en évidence un signal complexe dépendant de différents facteurs environnementaux. En outre, le signal original peut être transformé par la diagénèse et des difficultés techniques sont souvent rencontrées lors de l'analyse. Dans ce contexte, il est nécessaire de poursuivre les efforts d'optimisation de ces traceurs, permettant de mieux identifier les facteurs influençant chacun d'entre eux afin de parvenir à des calibrations robustes de paramètres du milieu, comme la température.

Ce projet de thèse vise à retracer les changements de la dynamique des masses d'eau et de leurs propriétés physico-chimiques, en mettant l'accent sur la température, la salinité, les teneurs en nutriments, et la saturation en carbonates D[CO₃²⁻]. Outre l'analyse d'échantillons de surface destinés aux calibrations, 2 carottes de sédiments marins de l'Océan Arctique représentant les derniers grands cycles climatiques (E25, 78.573°N, -179.26°E, 1200m ; PS2185, 87.529°N, 144.166°E, 1073m) seront mises à l'étude. L'Arctique est en effet un environnement susceptible de changements de très grande amplitude dans le futur.

Deux grands objectifs ont été fixés dans le cadre du projet de thèse: l'un vise la mise au point des approches méthodologiques et l'autre leur application en milieu arctique.

- 1) Le premier objectif vise à mieux contraindre les facteurs de contrôle des rapports élémentaires d'intérêt, incluant Mg/Ca et Li/Ca comme proxy de température, Sr/Ca et U/Ca comme traceurs du D[CO₃²⁻], et Cd/Ca et Ba/Ca pour reconstituer la teneur en nutriments, par une approche multi-traceurs appliqués aux microfossiles. En effet, certains traceurs ne sont pas influencés par un seul paramètre, et c'est pourquoi différents éléments sont mesurés simultanément, afin de déconvoluer les différentes sources du signal.
- 2) Le second objectif vise à produire des reconstitutions paléocéanographiques par l'analyse de isotopes stables (d18O et d13C) et des rapports élémentaires dans les foraminifères des 2 carottes de sédiments E25 et PS2185 de l'Océan Arctique. Des travaux préliminaires sur ces 2 carottes fournissent un cadre stratigraphique et garantissent la présence des microfossiles qui seront utilisés pour les reconstitutions.

Ce projet s'appuiera sur une collaboration indispensable entre les 2 laboratoires GEOPS (Université Paris Saclay) et Geotop (Université du Québec à Montréal), dont les expertises en termes d'outils analytiques, d'interprétation des traceurs et de connaissance du milieu

sont complémentaires.

Reconstructing changes in ocean dynamics and the carbon cycle in the past is not only important for understanding climate variability, but also for assessing the fate of anthropogenic carbon in the future. Natural archives such as marine sediments provide access to variations in the circulation and chemistry of water masses in the past, notably via the geochemical signature of biominerals such as those fixed in the shells of microfossils. However, the results obtained from isotopic tracers ($d^{18}O$ and $d^{13}C$) and elemental ratios (e.g. Sr/Ca, Mg/Ca, U/Ca, Cd/Ca, etc.) measured on microfossils such as foraminifera are not unequivocal, revealing a complex signal dependent on various environmental factors. In addition, the original signal can be transformed by diagenesis and technical difficulties are often encountered during analysis. In this context, it is necessary to continue efforts to optimize these tracers, to better identify the factors influencing each of them and to achieve robust calibrations of environmental parameters such as temperature.

The aim of this thesis project is to trace changes in the dynamics of water masses and their physico-chemical properties, with particular emphasis on temperature, salinity, nutrient content and carbonate saturation $D[CO_3^{2-}]$. In addition to the analysis of surface samples for calibration, 2 cores of marine sediments from the Arctic Ocean representing the last major climate cycles (E25, 78.573°N, -179.26°E, 1200m; PS2185, 87.529°N, 144.166°E, 1073m) will be studied. The Arctic is an environment that is likely to undergo major changes in the future.

Two main objectives have been set as part of the thesis project: one is to develop methodological approaches and the other is to apply them to the Arctic environment.

(1) The first objective is to better constrain the control factors for the elemental ratios of interest, including Mg/Ca and Li/Ca as temperature proxies, Sr/Ca and U/Ca as $D[CO_3^{2-}]$ tracers, and Cd/Ca and Ba/Ca for reconstructing nutrient content, using a multi-tracer approach applied to microfossils. Some proxies are not influenced by a single parameter, which is why different elements are measured simultaneously, in order to deconvolute the different sources of the signal.

2) The second objective is to produce palaeoceanographic reconstructions by analyzing stable isotopes ($d^{18}O$ et $d^{13}C$) and elemental ratios in foraminifera from the 2 sediment cores E25 and PS2185 from the Arctic Ocean. Preliminary work on these 2 cores provides a stratigraphic framework and guarantees the presence of the microfossils that will be used for the reconstructions.

This project will be based on an essential collaboration between the 2 laboratories GEOPS (Université Paris Saclay) and Geotop (Université du Québec à Montréal), whose expertise in terms of analytical tools, proxy interpretation and knowledge of the environment is complementary. The student will therefore be required to spend time in both laboratories in order to complete the project.

Thématique / Domaine / Contexte

Paléocéanographie / Paléoclimatologie

Reconstitutions de la variabilité de l'océan au cours des derniers cycles glaciaires-interglaciaires par l'étude de la composition géochimique des tests de microfossiles calcaires (foraminifères).

Ce projet a pour objectif de documenter les changements de la chimie de l'Océan Arctique à l'échelle des cycles glaciaires-interglaciaires, dans le contexte actuel et futur de variations du niveau marin, de l'oxygénation et du pH (acidification) de l'océan, et de diminution du volume de glace des calottes Arctique et Antarctique et des glaciers de montagne, de l'étendue de la glace de mer et du couvert neigeux global. Reconstituer les changements de la circulation et de la chimie de l'océan, et en particulier, du cycle du carbone dans le passé est un enjeu de la compréhension de la variabilité climatique naturelle mais également de la projection du devenir du carbone anthropogénique dans le futur. En particulier, les échanges de carbone entre les profondeurs, la surface de l'océan et l'atmosphère sont encore moins bien contraints dans l'océan Arctique malgré la sensibilité de la zone au changement global. L'approche combinée utilisée dans cette thèse fournira des enregistrements inédits des paramètres physico-chimiques passés de l'Océan Arctique. Ces nouveaux résultats pourront être mis en perspective avec les enregistrements paléocéanographiques des autres bassins océaniques -avec un intérêt particulier pour les hautes latitudes sud (océan Austral)- mais également avec les variations atmosphériques. Ainsi, ces travaux permettront de mieux comprendre les rôles respectifs des hautes latitudes des hémisphères Sud et Nord dans les changements biogéochimiques à l'échelle des cycles glaciaires-interglaciaires.

Objectifs

- 1/ Meilleure calibration des traceurs géochimiques dans l'océan Arctique
- 2/ Reconstitutions inédites des changements environnementaux à l'échelle des cycles glaciaire-interglaciaires

Méthode

L'étudiant.e sera formé.e à la reconnaissance et au prélèvement des foraminifères d'intérêt.

Il ou elle mettra en oeuvre les protocoles de préparation et la mesure des isotopes stables du Carbone et de l'Oxygène $d^{13}C$ et $d^{18}O$ par IR-MS au sein du laboratoire Geotop.

Il ou elle apprendra les techniques de mesure des éléments majeurs, mineurs et traces pour calculer les rapports élémentaires d'intérêt (Mg/Ca, Li/Ca, Sr/Ca, Cd/Ca, Ba/Ca, U/Ca) par ablation Laser (LA-ICP-MS-HR) au Geotop et en solution (ICP-MS-HR) à GEOPS.

Résultats attendus - Expected results

L'étudiant.e participera au transfert de compétences entre les deux laboratoires GEOPS et Geotop, puisque ce projet permettra la mise en place de l'analyse par ablation LASER des microfossiles à GEOPS, et d'implanter les protocoles de préparation et de mesure en solution au Geotop. En outre, projet de thèse fournira des enregistrements inédits de température, salinité, teneur en nutriments et du D[CO32-]. Ces nouveaux résultats nous informeront sur les changements de la circulation océanique dans l'Océan Arctique dans le passé.

Références bibliographiques

Barrientos et al., 2018. Arctic Ocean benthic foraminifera Mg/Ca ratios and global Mg/Ca-temperature calibrations: New constraints at low temperatures. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 236, 240–259. doi:10.1016/j.gca.2018.02.036

de Vernal, Anne, et al., 2020. Natural Variability of the Arctic Ocean Sea Ice during the Present Interglacial, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 117, no. 42, 2020, pp. 26069–75. JSTOR, <https://www.jstor.org/stable>

Ezat, M. M., et al., 2021. Deep ocean storage of heat and CO₂ in the Fram Strait, Arctic Ocean during the last glacial period. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 36, e2021PA004216. <https://doi.org/10.1029/2021PA004216>

Fehrenbacher, J., et al., 2020. Comparison of laser ablation and solution-based ICP-MS results for individual foraminifer Mg/Ca and Sr/Ca analyses. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 21, e2020GC009254. <https://doi.org/10.1029/2020GC009254>

Pang X. et al., 2020. Cleaning method impact on the Mg/Ca of three planktonic foraminifer species: A downcore study along a depth transect, *Chemical Geology*, 549, 119690, <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.119690>.

Contexte du poste : Modalités d'encadrement, de suivi de la formation et d'avancement des recherches du doctorant - Details on the thesis supervision

Professeur Anne de Vernal, Université du Québec à Montréal (UQÀM, Canada), laboratoire Geotop

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

Les objectifs du premier axe de recherche de la thèse sont en parfaite adéquation avec le projet CNRS-INSU-LEFE-STAR-EX (2025-2028) et des demandes de financement complémentaire sont en cours d'évaluation aussi bien du côté canadien (Programme « Nouvelles collaborations de recherche » du FFQR ; Subvention à la découverte du CRSNG ; Programme Samuel de Champlain) que français (INSU-LEFE-IMAGO ; ANR 2026) pour contribuer aux dépenses de fonctionnement du projet de thèse.

Ouverture Internationale

Université du Québec à Montréal UQÀM, Montréal, Canada.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

Les résultats de cette thèse de doctorat seront présentés en conférences internationales et publiés dans des revues scientifiques internationales.

Collaborations envisagées

La collaboration entre les 2 laboratoires Geotop et GEOPS sera essentielle pour la réalisation du projet, car le Geotop a une expérience forte dans le domaine de la paléocéanographie des milieux arctiques et subarctiques qui combine l'utilisation de traceurs micropaléontologiques et isotopiques, notamment par une approche analytique par ablation LASER, mais peu de travaux y ont été réalisés sur les rapports élémentaires dans les tests des foraminifères. Le laboratoire GEOPS a une expertise reconnue pour la préparation, le traitement des données et l'interprétation des rapports élémentaires dans les foraminifères, mais uniquement via l'analyse en solution.

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

Issu(e) d'un MASTER des Sciences de la Terre, le/la candidat(e) devra montrer un intérêt marqué pour la micropaléontologie, la géochimie et la paléoclimatologie. Des prérequis en paléocéanographie ne sont pas obligatoires mais recommandés. Coming from a MASTER in Earth Sciences, the candidate must show a marked interest in micropaleontology, geochemistry and paleoclimatology. Prerequisites in paleoceanography are not mandatory but recommended.

**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE DE France N° 129**

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2026

Nom du Laboratoire d'accueil : Géosciences Paris Saclay GEOPS N° UMR : 8148

Nom de la Directrice ou du Directeur du laboratoire : Alexandra Courtin

Adresse mail : alexandra.courtin@universite-paris-saclay.fr

Nom de l'Equipe d'accueil : Paléoclimats et Dynamique Sédimentaire

Nom et prénom de la Directrice ou du Directeur de thèse **HDR** : Sepulcre Sophie

Pourcentage d'encadrement (minimum 25%) : 50

Adresse mail : sophie.sepulcre@universite-paris-saclay.fr

Nom et prénom de la co-directrice ou du co-directeur de thèse **HDR** : de Vernal Anne

Pourcentage d'encadrement (minimum 25%) : 50

Adresse mail : devernal.anne@uqam.ca

Nom et prénom **de la co-encadrante ou du co-encadrant 1 non HDR** :

Pourcentage d'encadrement :

Adresse mail :

Nom et prénom **de la co-encadrante ou du co-encadrant 2 non HDR** :

Pourcentage d'encadrement :

Adresse mail :

• **Titre de la thèse en Français** : Reconstitution de la dynamique océanique et des changements du cycle du carbone dans l'océan Arctique à l'échelle des cycles glaciaires -interglaciaires

• **Titre de la thèse en Anglais** : Reconstitution of ocean dynamics and changes in the carbon cycle in the Arctic ocean at glacial-interglacial timescale

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum)** :

Reconstituer les changements de la dynamique océanique et du cycle du carbone dans le passé est non seulement un enjeu pour la compréhension de la variabilité du climat mais également pour l'évaluation du devenir du carbone anthropogénique dans le futur. Les archives naturelles telles que les sédiments marins permettent d'accéder aux variations de la circulation et de la chimie des masses d'eau dans le passé, notamment via la signature géochimique des biominéraux tels fixés dans la coquille de microfossiles. Toutefois, les résultats issus traceurs isotopiques ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) et de rapports élémentaires (e.g., Sr/Ca, Mg/Ca, U/Ca, Cd/Ca, ...) mesurés sur des microfossiles tels que les foraminifères ne sont pas univoques, mettant en évidence un signal complexe dépendant de différents facteurs environnementaux. En outre, le signal originel peut être transformé par la diagénèse et des difficultés techniques sont

souvent rencontrées lors de l'analyse. Dans ce contexte, il est nécessaire de poursuivre les efforts d'optimisation de ces traceurs, permettant de mieux identifier les facteurs influençant chacun d'entre eux afin de parvenir à des calibrations robustes de paramètres du milieu, comme la température.

Ce projet de thèse vise à retracer les changements de la dynamique des masses d'eau et de leurs propriétés physico-chimiques, en mettant l'accent sur la température, la salinité, les teneurs en nutriments, et la saturation en carbonates $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]$. Outre l'analyse d'échantillons de surface destinés aux calibrations, 2 carottes de sédiments marins de l'Océan Arctique représentant les derniers grands cycles climatiques (E25, 78.573°N, -179.26°E, 1200m ; PS2185, 87.529°N, 144.166°E, 1073m) seront mises à l'étude. L'Arctique est en effet un environnement susceptible de changements de très grande amplitude dans le futur.

Deux grands objectifs ont été fixés dans le cadre du projet de thèse: l'un vise la mise au point des approches méthodologiques et l'autre leur application en milieu arctique.

1) Le premier objectif vise à mieux contraindre les facteurs de contrôle des rapports élémentaires d'intérêt, incluant Mg/Ca et Li/Ca comme proxy de température, Sr/Ca et U/Ca comme traceurs du $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]$, et Cd/Ca et Ba/Ca pour reconstituer la teneur en nutriments, par une approche multi-traceurs appliqués aux microfossiles. En effet, certains traceurs ne sont pas influencés par un seul paramètre, et c'est pourquoi différents éléments sont mesurés simultanément, afin de déconvoluer les différentes sources du signal.

2) Le second objectif vise à produire des reconstitutions paléocéanographiques par l'analyse de isotopes stables ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) et des rapports élémentaires dans les foraminifères des 2 carottes de sédiments E25 et PS2185 de l'Océan Arctique. Des travaux préliminaires sur ces 2 carottes fournissent un cadre stratigraphique et garantissent la présence des microfossiles qui seront utilisés pour les reconstitutions. Ce projet s'appuiera sur une collaboration indispensable entre les 2 laboratoires GEOPS (Université Paris Saclay) et Geotop (Université du Québec à Montréal), dont les expertises en termes d'outils analytiques, d'interprétation des traceurs et de connaissance du milieu sont complémentaires.

• Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :

Reconstructing changes in ocean dynamics and the carbon cycle in the past is not only important for understanding climate variability, but also for assessing the fate of anthropogenic carbon in the future. Natural archives such as marine sediments provide access to variations in the circulation and chemistry of water masses in the past, notably via the geochemical signature of biominerals such as those fixed in the shells of microfossils. However, the results obtained from isotopic tracers ($\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$) and elemental ratios (e.g. Sr/Ca, Mg/Ca, U/Ca, Cd/Ca, etc.) measured on microfossils such as foraminifera are not unequivocal, revealing a complex signal dependent on various environmental factors. In addition, the original signal can be transformed by diagenesis and technical difficulties are often encountered during analysis. In this context, it is necessary to continue efforts to optimize these tracers, to

better identify the factors influencing each of them and to achieve robust calibrations of environmental parameters such as temperature.

The aim of this thesis project is to trace changes in the dynamics of water masses and their physico-chemical properties, with particular emphasis on temperature, salinity, nutrient content and carbonate saturation $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]$. In addition to the analysis of surface samples for calibration, 2 cores of marine sediments from the Arctic Ocean representing the last major climate cycles (E25, 78.573°N, -179.26°E, 1200m; PS2185, 87.529°N, 144.166°E, 1073m) will be studied. The Arctic is an environment that is likely to undergo major changes in the future.

Two main objectives have been set as part of the thesis project: one is to develop methodological approaches and the other is to apply them to the Arctic environment.

(1) The first objective is to better constrain the control factors for the elemental ratios of interest, including Mg/Ca and Li/Ca as temperature proxies, Sr/Ca and U/Ca as $\Delta[\text{CO}_3^{2-}]$ tracers, and Cd/Ca and Ba/Ca for reconstructing nutrient content, using a multi-tracer approach applied to microfossils. Some proxies are not influenced by a single parameter, which is why different elements are measured simultaneously, in order to deconvolute the different sources of the signal.

2) The second objective is to produce palaeoceanographic reconstructions by analyzing stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) and elemental ratios in foraminifera from the 2 sediment cores E25 and PS2185 from the Arctic Ocean. Preliminary work on these 2 cores provides a stratigraphic framework and guarantees the presence of the microfossils that will be used for the reconstructions.

This project will be based on an essential collaboration between the 2 laboratories GEOPS (Université Paris Saclay) and Geotop (Université du Québec à Montréal), whose expertise in terms of analytical tools, proxy interpretation and knowledge of the environment is complementary. The student will therefore be required to spend time in both laboratories in order to complete the project.

• **Autre type de financement demandé (CNES, CEA, ADEME, ANR, Région etc...).**

Le cas échéant, préciser la date de la demande et si le financement est déjà acquis :

Dans le cadre de la co-tutelle, une demande de financement de 24 mois est faite à l'université Paris Saclay et 12 mois seront financés par l'université du Québec à Montréal.

• **L'équipe encadrante a suivi une formation à l'encadrement doctoral au cours des 10 dernières années :**

- Directrice/Directeur : Oui/**Non**, Date de la formation :

- Co-Directrice/Co-directeur : Oui/Non/**Non applicable**, Date de la formation :

- Co-encadrante/Co-encadrant : Oui/Non/**Non applicable**, Date de la formation :

• **Encadrements et co-encadrements de la directrice ou du directeur de thèse ainsi que ceux de la co-directrice ou du co-directeur :**

- **Liste des doctorant.es que vous encadrez ou co-encadrez au 31 janvier 2026**
(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

S. Sepulcre :

Wang Yu, Université Paris Saclay, bourse CSC, soutenance prévue en septembre 2026 (co-encadrement S. Sepulcre 40%)

A. de Vernal :

Tiffany Audet, UQAM, bourse du FRQNT et assistantat à la recherche à partir de fonds de recherche, soutenance prévue en 2027

Xiner Wu, UQAM, bourse du FRQNT et assistantat à la recherche à partir de fonds de recherche, soutenance prévue en 2027

- **Liste des Docteurs diplômés durant les trois dernières années**

S. Sepulcre :

Gao Guohui, Université Paris Saclay, octobre 2024 (co-encadrement S. Sepulcre 30%)

Solène Pourtout, Université Paris Saclay, juillet 2023 (co-encadrement S. Sepulcre 50%)

A. de Vernal :

Shiwangi Tiwari (2025) : *Remote impacts of the mid-Holocene Green Sahara on global climate*. PhD thesis, UQAM [co-direction: F. Pausata, UQAM]

Jéna Zumaque (2025) : *Contraste saisonnier et variabilité climatique millénaire en Europe du sud au cours de la dernière période glaciaire à partir de séquences polliniques*. PhD thesis, UQAM.

Jade Falardeau (2023) : *The effects of climate change on the nearshore areas of the southeastern Beaufort Sea, Herschel Basin, Canada, based on micropaleontological records*. PhD thesis, UQAM.

Tengfei Song (2023) : *Insights into the late Quaternary glacial/interglacial history of the Arctic Ocean from uranium-series and neodymium isotopes studies*. PhD thesis, UQAM [co-direction : C. Hillaire-Marcel]

Sabrina Hohmann (2023) : *Understanding the Arctic marine carbon cycle under changing climate: a reconstruction of productivity and biogenic carbon burial on the West Greenland margin of the Baffin Bay*, PhD thesis, U. of Bremen [co-direction; M. Kucera supervisor, U. Bremen]

Tell, Franziska (2023): *Arctic planktonic foraminifera pelagic carbonate production and sedimentation under changing environmental conditions*, PhD thesis, U. of Bremen [co-direction; M. Kucera supervisor, U. Bremen].

• **Encadrements et co-encadrements des co-encadrantes et des co-encadrants :**

- **Liste des doctorant.es que vous encadrez ou co-encadrez au 31 janvier 2026** (Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

- **Liste des Docteurs diplômés durant les trois dernières années**