

Projet Scientifique du laboratoire GeoEND

Titre : Projet scientifique du laboratoire « Géophysique et Evaluation Non Destructive » (GeoEND) du département GERS

Coordination : XD et SPL

Contributions : Sous-groupes de travail et contributions particulières (FT, OA, DL, ML...)

SOMMAIRE

1. Introduction.....

2. Présentation de GeoEND.....

3. Projet scientifique.....

4. Stratégie de GeoEND.....

 4.1 Vision scientifique.....

 4.2 Organisation et gouvernance.....

5. Analyse AFOM.....

Préambule

Ce document décrit 1) le contexte et l'origine de l'écriture de ce nouveau projet scientifique, 2) la structuration et la démarche scientifique générale de l'équipe au sein de l'Université Gustave Eiffel, 3) le choix d'articulation du projet scientifique selon trois axes et les éléments majeurs de chacun d'eux, 4) la stratégie de GeoEND, abordée du point de vue de sa vision scientifique (pour chacune des thématiques scientifiques), de son organisation et de sa gouvernance, et enfin 5), une analyse de la situation de l'équipe suivant une grille AFOM (atouts, forces, opportunités, menaces).

1. Introduction

Ce projet scientifique du laboratoire Géophysique et Evaluation Non Destructive (GeoEND) fait suite à la reprise de la direction de GeoEND en 2021 par Xavier Dérobert et Sérgio Palma Lopes, dans laquelle le projet de laboratoire associé à ce mandat a porté uniquement sur l'organisation et la gouvernance de l'équipe sans reprendre son projet scientifique mis en place fin 2014, dont l'affichage restait cohérent.

Courant 2022, un accompagnement « TeamLab™ » a été mis en œuvre pour remobiliser l'ensemble des agent(e)s et favoriser l'émergence d'une culture d'équipe promouvant une approche collective des actions à mener. C'est dans ce cadre que ce projet scientifique s'est mis en place, à travers la constitution de plusieurs sous-groupes de travail qui ont fait différentes propositions, suivies de discussions ouvertes pour converger vers le projet développé ci-dessous.

Du point de vue d'une terminologie académique classique, le département GERS pourrait se présenter comme un laboratoire universitaire et GeoEND comme une de ses équipes de recherche. En attendant un changement officiel d'appellation du département, GeoEND est considérée comme « équipe » dans la suite de ce document.

2. Présentation de GeoEND

L'équipe GeoEND est implantée sur le campus de Nantes. Au 1^{er} janvier 2024, elle est composée de 11 permanent(e)s dont 8 chercheurs/chercheuses (5 HDR), 3 ITA et 5 à 7 doctorant(e)s et post-doctorant(e)s suivant les périodes. Elle a pour objectif de développer des **méthodes et méthodologies d'investigation non intrusives** de la structure interne et de l'état de santé d'infrastructures et de milieux souterrains en lien avec les activités humaines. Ainsi, les activités de recherche qui constituent l'identité de l'équipe (et expliquent l'acronyme GeoEND) concernent d'une part les méthodes d'**auscultation et monitoring géophysique de subsurface** (Géo-) en relation avec la zone critique et les ouvrages anthropiques, et d'autre part les méthodes d'**évaluation et contrôle non destructifs** (-END) et **suivi de santé** appliquées aux infrastructures de génie civil.

Dans cette optique, les développements méthodologiques et matériels conduits au sein de GeoEND visent à améliorer la compréhension et la modélisation des **champs électromagnétiques (EM) et d'ondes mécaniques en interaction avec les milieux et structures**. L'approche suivie se base sur une démarche intégrée, qui 1) part des besoins sociétaux ou industriels, 2) identifie les verrous scientifiques pertinents à la problématique, 3) définit et mène les actions de modélisation numérique et physique en environnements contrôlés, 3) et enfin teste et valide les approches méthodologiques et techniques d'auscultation produites, sur sites en conditions réelles. Pour cela, l'équipe s'appuie sur des équipements dont certains sont uniques, ainsi que sur de nombreuses collaborations (internes à l'Université G. Eiffel, régionales, nationales et internationales avec des établissements tant publics que privés) dues à la transversalité des compétences et des activités de l'équipe.

A travers les besoins sociétaux et/ou industriels identifiés, les cibles applicatives des recherches menées par GeoEND s'intègrent naturellement à aux objectifs de l'Université Gustave Eiffel : améliorer la résilience des infrastructures et protéger les usagers et les territoires. Dans un cadre plus large, les problématiques scientifiques traitées s'inscrivent dans des enjeux sociétaux actuels en contexte de changement climatique selon

différents axes, présentés ci-après, **en lien avec le contrat d'objectifs et performances (COP) 2023-2025 de l'université.**

3. Projet scientifique

Le projet scientifique s'appuie sur le cadre et l'affichage de l'équipe présentés dans la section précédente. Il s'articule suivant trois axes offrant des perspectives complémentaires : scientifiques, méthodologiques et applicatives. Cette articulation selon 3 angles vise à mieux fédérer les activités de l'équipe en facilitant le collectif et l'animation scientifique, mais aussi à permettre un affichage externe clair et adapté à différents publics allant du partenaire scientifique au citoyen en passant par les étudiants en sciences.

Ainsi, le projet scientifique de l'équipe GeoEND peut être vu sous 3 axes différents, intrinsèquement connectés, et chacun se déclinant en plusieurs thèmes :

- un **axe scientifique**, mettant en avant l'étude et la compréhension de la propagation/diffusion des champs EM et d'ondes mécaniques et se déclinant en trois thèmes : « Caractérisation multi-physique des matériaux », « Auscultation des structures élancées », et « Imagerie et surveillance de la subsurface »,
- un **axe méthodologique**, qui porte sur les outils méthodologiques développés et mis en œuvre pour mener les recherches, en termes de « Modélisations numérique et physique », de « Traitement de l'information » et d' « Instrumentation et mesures »,
- un **axe applicatif**, qui met en avant les besoins sociétaux auxquels s'adressent les activités de recherche et qui se décline par types de territoires : « Villes et territoires urbains et péri-urbains », « Territoires fluviaux et ruraux » et « Territoires maritimes et littoraux ».

Les Tableaux 1, 2 et 3 ci-dessous présentent le Projet, selon ces trois axes respectifs, sous une forme synthétique et visuelle qui offre la matière nécessaire aux besoins en communication, interne et externe, de l'équipe.

Tableau 1 : Axe scientifique et ses trois thèmes, présentant des objets phares, méthodes physiques et défis.

Caractérisation multi-physique des matériaux	Auscultation des structures élancées	Imagerie et surveillance de la subsurface
Objet Phare : Bétons (Autres : enrobés, sols)	Objet Phare : Câbles (Autres : canalisations, ouvrages linéaires, milieux stratifiés)	Objet Phare : Dignes (Autres : cavités, routes, proche surface onshore et offshore, signatures de failles)
Méthodes physiques : - US (non-linéaire, vol/surf, CODA) - EM (propagation, polarisation, conduction)	Méthodes physiques : - US guidées - Ondes sismiques de surface - Radar 3D	Méthodes physiques : - Ondes sismiques de surface (active/passive) - Méthodes géo-électriques - Méthodes radar
Défis : - Indicateurs de durabilité - Endommagement - Biais environnement - Milieux très hétérogènes	Défis : - Géométrie multibrins - Interaction/inhomogénéité - Dispersion et atténuation	Défis : - Résolution défaut/objet - Forts contrastes & milieux hétérogènes - Biais environnementaux - sous-sol marin

Tableau 2 : Axe méthodologique et ses trois thèmes, présentant des développements et les outils mis en œuvre.

Modélisation numérique et physique	Traitement de l'information	Instrumentation et mesures
<p>Développements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle numérique guide d'onde - Dimensionnement capteurs et cellules - Modèles analogiques <p>Outils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - SEM - FEM 	<p>Développements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stratégies d'inversion - Fusion de données - Corrélation de bruit - Imagerie différentielle <p>Outils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cartographies - IA - FWI - Inversion de la dispersion 	<p>Développements :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capteurs noyés (US et EM) - Capteur EMAT - Systèmes de monitoring - Instrumentations adaptées aux applications in-situ - Bancs de mesures (MUSC, EM, US guidé) - Logiciels de pilotage dédiés <p>Outils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cellules de caract. (US, EM) - Matériels d'acquisition géophysique et d'END

Plus globalement, et suivant l'angle des attentes sociétales, les activités de recherche de l'équipe GeoEND concernent principalement des rubriques – nommées « projets stratégiques » – issues de deux des objectifs de performance du **COP 2023-2025 de l'Université Gustave Eiffel** :

- Objectif de performance 1 : « Intégrer les enjeux de sobriété et de frugalité dans la transition des villes et des territoires »,
- Objectif de performance 3 : « Agir pour la sécurité et la résilience des villes et des territoire »

Ces Objectifs de performance portent sur le diagnostic, la compréhension et l'évolution du sous-sol, des infrastructures, du bâtiment et des matériaux de génie civil, pour optimiser la gestion des ressources et pour accompagner la transition des activités humaines et des territoires, dans un contexte de changement climatique.

Dans le Tableau 3, les objets d'étude de GeoEND sont mis en lien avec les projets stratégiques du COP 2023-2025¹, et déclinés suivant les thèmes scientifiques du projet de l'équipe.

Tableau 3 : Axe applicatif des objets d'étude de GeoEND, en lien avec les enjeux du COP 2023-2025¹ de l'Université pour la transition des territoires.

Territoires	Projets stratégiques du COP 2023-2025	Caractérisation multi-physique des matériaux	Auscultation des structures élancées	Imagerie et surveillance de la subsurface
Villes & Territoires urbains et péri-urbains	PS 1.1 PS 1.2 PS 1.3	- Matériaux de Construction (enrobé, béton) - Sols	- Ouvrages d'art (câbles) - Canalisations	- Infrastructures de mobilité (OA et routes) - Bâti récents & anciens - Patrimoine culturel
Territoires fluviaux et ruraux	PS 3.1 PS 3.5	- Sols - Sols-ciments	- Digue et levées Fluviales	- Ouvrages en terre - Cavités - Stockage géologique profond
Territoires maritimes et littoraux	PS 3.1 PS 3.5 PS 1.3 PS 1.5	- Bétons Performants (exposés au marnage)	- Protections à la mer - Ombilicaux (EMR)	- Reconnaissance et imagerie du sous-sol littoral & offshore (EMR) - Ancrages (EMR) - Infrastructures portuaires - Dunes de protection

¹Liste des Projets Stratégiques du COP 2023-2025 auxquels les activités de GeoEND se rattachent.

- PS 1.1 : Construction et aménagement innovants
- PS 3.1 : Prévention des risques
- PS 1.2 : Matériaux anciens et nouveaux
- PS 3.5 : Adaptation au changement climatique
- PS 1.3 : Durabilité et sécurité du patrimoine construit
- PS 1.5 : Systèmes énergétiques

4. Stratégie de GeoEND

La stratégie de l'équipe s'appuie sur les actions initiées courant 2023 et validées pour l'évaluation HCERES 2024 du département GERS. Elle est décrite ci-dessous sous forme de trajectoire avec une vision à plus long terme.

4.1 Vision scientifique

L'objectif de ce nouveau projet scientifique, qui s'inscrit dans la continuité du précédent, est i) d'actualiser la définition des axes de travail, ii) d'améliorer leur lisibilité (vis-à-vis des partenaires extérieurs de GeoEND) et iii) de permettre l'émergence des liens multiples entre ces axes (interactions internes à l'équipe). Le projet est défini selon trois axes : le premier aborde les activités suivant l'angle des thèmes scientifiques, le second suivant l'angle des outils méthodologiques (tels que la modélisation numérique et physique, le traitement de l'information et l'instrumentation) et le troisième suivant l'angle des enjeux sociétaux pour les villes et les territoires, dans un contexte de changement climatique. Ainsi, considérant l'étendue des ondes et champs physiques, qui sont développés pour interroger les objets, et celle des applications étudiées par l'équipe, les actions ou projets peuvent apparaître dans plusieurs thèmes, suivant l'éclairage ou le verrou à lever, témoignant ainsi des dialogues inter-axes et inter-thèmes voulus par ce projet scientifique.

Le premier thème scientifique porte sur la **caractérisation multi-physique des matériaux**, dont l'objet est de relier des observables non destructifs (ND) ou géophysiques à des indicateurs ou paramètres d'état des matériaux auscultés. Contrairement aux deux autres thèmes, il ne s'intéresse pas à des problématiques géométriques. Les matériaux étudiés sont principalement les matériaux de construction (bétons et enrobés bitumineux) et les sols (naturels ou traités). Pour ces matériaux étudiés, l'estimation de la porosité, de la teneur en eau et en chlorures, et de micro-fissuration sont les principaux défis à relever pour une évaluation et une surveillance plus quantitative et une gestion optimisée des ouvrages.

Dans la continuité des actions du thème « Propagation et diffusion dans les milieux complexes » du projet scientifique précédent, plusieurs défis se présentent, notamment pour le matériau béton. L'un d'eux porte sur le découplage des paramètres recherchés que sont la teneur en eau et la teneur en chlorures. Un second aborde la prise en compte des biais environnementaux (température, humidité ambiante, vibrations...) lors du traitement et de l'exploitation des signaux. Un troisième développe l'exploitation des propriétés non-linéaires de la propagation des ultra-sons (US) pour leur sensibilité significative à certaines pathologies (ex : carbonatation).

Pour répondre à ce type de défis, les approches multi-physiques, déjà présentes dans certains des projets en cours ou terminés, deviennent indispensables. Différentes stratégies de traitement de l'information sont envisagées, comme le transfert de la méthodologie de fusion de données géophysiques et géotechniques vers la fusion de mesures d'END et de mesures destructives appliquées au béton d'enrobage, l'inversion conjointe de données de nature physique complémentaire, ou encore l'utilisation de techniques d'intelligence artificielle, déjà employées via des collaborations et qui est l'objet d'un intérêt et d'une attention grandissants au sein de l'équipe. A plus long terme, ces approches pourront être intégrées dans des jumeaux numériques des objets étudiés, à travers des collaborations.

Le second thème scientifique se concentre sur l'**auscultation des structures élancées**, telles que les câbles de précontrainte, les tirants d'ancrage, les canalisations, les digues ou les milieux stratifiés. L'objectif principal est d'identifier, localiser, et, dans certains cas, de caractériser les dommages ou anomalies présents dans ces structures. D'un point de vue ondulatoire, ces structures se comportent comme des guides pour les ondes mécaniques, permettant une propagation sur de longues distances avec de faibles pertes d'énergie. Cette propriété offre l'avantage d'inspecter de vastes zones avec un nombre limité de capteurs, ou d'accéder à des

zones difficiles d'accès. Cependant, la nature multimodale et dispersive des ondes guidées complexifie leur exploitation. Pour surmonter ces défis et optimiser les techniques d'auscultation utilisant ces ondes, l'équipe développe des dispositifs expérimentaux qu'elle met en œuvre tant en laboratoire qu'in situ, tout en élaborant des outils de modélisation analytiques et numériques spécifiquement dédiés à la propagation des ondes ultrasonores guidées.

Dans les années à venir, l'équipe entend poursuivre ces recherches en élargissant ses domaines d'expertise à de nouveaux secteurs, tels que l'inspection des rails, en intégrant de nouveaux types de capteurs, notamment les capteurs électromagnétiques (EMAT), et en développant des techniques de modélisation avancées, par exemple pour les câbles à architecture complexe. Sur le plan numérique, un code open source récemment rendu public pour la modélisation des guides d'ondes par éléments finis sera exploité. Ce dernier permettra de simuler des structures à section de géométrie arbitraire, potentiellement endommagées (rails, câbles), ainsi que la propagation d'ondes de surface pour des applications en géophysique (digues, milieux stratifiés). Des approches inverses destinées à l'imagerie des défauts y seront également intégrées.

Par ailleurs, l'auscultation des structures élancées est aussi abordée sous l'angle des ondes électromagnétiques, avec pour exemple la localisation et la caractérisation des canalisations. Les défis principaux résident dans le développement d'approches hybrides, combinant des méthodes physiques issues du traitement de signaux radar 3D (par migration et inversion de forme d'onde) avec des techniques statistiques fondées sur l'intelligence artificielle (impliquant des bases de données dédiées).

Le dernier thème scientifique regroupe nos activités de recherche sur **l'imagerie et la surveillance de la subsurface**, dont les infrastructures de génie civil, et dans la continuité principalement des thèmes « Imagerie haute résolution de la subsurface » et « Méthodes d'auscultation différentielles pour la surveillance » du précédent projet scientifique.

Tout d'abord, la poursuite des recherches dédiées à l'imagerie inclut le développement :

- de stratégies d'inversion (notamment pour reconstruire les paramètres mécaniques du sous-sol en milieux on-shore et offshore ou pour remonter à des gradients de propriétés du béton de peau),
- d'approches de reconstruction différentielle pour suivre l'évolution d'une pathologie (surveillance de digues), de la teneur en eau de la zone critique ou des aspects mécaniques du sous-sol sous sollicitations, ou d'imagerie de défauts dans les câbles,
- de méthodologie par homogénéisation du champ d'onde sismique pour la détection de cavités dans le sous-sol ou la caractérisation mécanique de sous-sol renforcés par inclusions rigides.

Ensuite, les développements nécessaires à la mise au point des méthodes de surveillance vont continuer à s'orienter vers des méthodologies associant la conception de dispositifs noyés (e.g. fibres optiques pour les ultrasons) et le traitement des signaux et des mesures pour remonter à des observables comparables à ceux obtenus plus classiquement par des techniques ND de surface. Dans ce contexte, il est prévu une montée en puissance de l'utilisation des fibres optiques, que ce soit à l'échelle du laboratoire, des ouvrages du génie-civil ou du sous-sol naturel.

Dans toutes ses activités de recherche, et pour répondre aux attentes des tutelles et aux directives européennes, l'équipe GeoEND poursuivra sa progression vers la **Science ouverte**, notamment par la production de données ouvertes (*data papers*), la production de logiciels en libre accès et la diffusion des connaissances (comme la participation annuelle à la Fête de la science).

Enfin, insistons à nouveau sur le fait que de nombreuses actions de recherche de GeoEND se trouvent à la croisée de plusieurs thèmes du projet scientifique. A titre d'exemple, le développement de l'imagerie de défauts dans les câbles et digues s'inscrit à la fois dans les thèmes scientifiques « Imagerie et surveillance de la subsurface » et « Auscultation des structures élancées ». De même, les travaux de recherche sur les infrastructures de génie civil se retrouvent au cœur des thèmes scientifiques « Caractérisation multiphysique des matériaux » et « Imagerie et surveillance de la subsurface ». Enfin, l'axe méthodologique joue un rôle essentiel dans la création de liens transversaux entre les diverses activités de recherche, renforçant ainsi leur cohérence et leur complémentarité.

4.2 Organisation et gouvernance

D'un point de vue organisationnel et de gouvernance, l'équipe fonctionne de la manière suivante :

Réunions d'équipe

Ces réunions sont mensuelles, fixées le premier vendredi matin du mois. L'animation de celles-ci s'effectue de manière tournante entre collègues volontaires, les notes (et CR) étant prises par l'assistante de l'équipe. L'ordre du jour suit une trame souvent figée commençant par des informations administratives fournies par la codirection, des informations budgétaires, des points particuliers développés en réunion, des informations des différents correspondants (informatique, hygiène & sécurité, qualité & métrologie, site Internet) suivis par les points divers (annoncés par les agent(e)s en début de réunion).

Animation scientifique

L'analyse du fonctionnement de l'équipe a montré le besoin de prévoir du temps d'échanges et de discussions de fond (scientifiques et techniques). En préambule des réunions mensuelles d'équipe, un premier créneau de 45 minutes est dédié à une présentation de l'avancement de travaux de permanent(e)s comme d'étudiant(e)s. En complément de ces présentations internes, plusieurs séminaires autour d'invitations d'orateurs externes sont organisés. Enfin, en fonction des besoins, l'équipe peut être amenée à se retrouver pour des temps d'échanges sur un sujet particulier les vendredis en milieu de mois.

Ces différentes actions émanent d'attentes et de propositions de la part des membres internes à GeoEND, et donc leur mise en œuvre, et leur réussite, vont de pair avec l'investissement de chacun(e), permanent.es et non permanent.es, au sein de l'équipe.

Groupe Instrumentation

L'organisation et la gestion du groupe Instrumentation, mis en place depuis plusieurs années, va se maintenir en gardant un certain degré d'autonomie, pour répondre aux besoins expérimentaux et instrumentaux de GeoEND, et en veillant à ce qu'il soit impliqué au plus tôt dans le montage et la soumission de projets. Un sous-groupe de travail est conduit sur l'année 2023/2024 pour proposer un nouveau cadre dans les interactions des différents membres de l'équipe concernant la planification des expérimentations. Cette action est parmi celles identifiées comme prioritaire lors du travail collectif mené par l'équipe en 2022 (accompagnement « TeamLab™ »).

Recrutement

Le profil de recrutement(s) impacte le fonctionnement et l'évolution des recherches menées au sein de GeoEND pour de nombreuses années. C'est pourquoi, une organisation de groupe s'est mise en place pour réfléchir annuellement, à partir des besoins de l'équipe, quelles sont les priorités pour proposer un profil de poste à défendre auprès du département GERS. Cette organisation tourne autour de trois réunions, la première portant sur l'établissement des besoins du groupe, la seconde sur sa hiérarchisation et enfin sur le niveau de compétence demandé pour répondre aux besoins considérés comme prioritaires.

Réponses aux appels à projets (AAP)

Il a été noté que le contexte de la Recherche devenu, très concurrentiel, avait pour effet d'individualiser les initiatives. Si ce fonctionnement trouve une certaine logique et possède un intérêt stratégique, il ne favorise pas toujours l'esprit collectif ni l'émergence de projets communs maximisant la complémentarité des compétences présentes au sein de GeoEND.

Un sous-groupe de travail s'est constitué pour proposer des actions pour améliorer la diffusion des informations et permettre des réflexions de fond en amont des AAPs pour aboutir à des projets de recherche commun à tout ou partie de GeoEND en parallèle des projets menés plus individuellement. Dans ce cadre, le Groupe instrumentation sera plus systématiquement informé, et le cas échéant associé, lors des processus de réponses aux AAP. Ce sous-groupe devrait démarrer courant 2024.

Représentations dans les instances

Comme pour le point précédent, les différentes fonctions de représentation occupées par des membres du laboratoire au sein d'instances scientifiques et techniques, tant régionales que nationales procèdent généralement de choix individuels. Sans remettre ces choix en cause, et pour répondre aux attentes exprimées, il est proposé que ces représentations puissent être l'occasion de présentations et de discussions, notamment pour celles qui interagissent avec les choix stratégiques du laboratoire. Il est également noté que certaines représentations (GDR, GIS, Observatoires, instances régionales...) ont des interactions non négligeables avec des

AAP. La coordination décrite ici peut donc se croiser avec celle du paragraphe précédent.

Positionnement dans le paysage nouveau de l'Université

La fusion de l'IFSTTAR au sein de la nouvelle Université Gustave Eiffel continue de soulever de nombreuses questions. Dans ce contexte évolutif, il est nécessaire de suivre de près l'actualité de notre organisme et de mener des discussions stratégiques afin d'anticiper les mutations, ceci notamment autour de questions liées au positionnement des thématiques « END/SHM » et « Géophysique » dans le paysage régional et national, ainsi qu'à nos contributions à l'organisation des structures de recherche et des nouvelles formations universitaires ou professionnelles qui ne manqueront pas d'être montées. Des initiatives et une implication des chercheurs de GeoEND sont attendues sur ces actions.

5. Analyse AFOM

L'analyse, présentée dans le tableau ci-dessous pointe les atouts du laboratoire et opportunités qu'il peut mettre à profit. De même, les faiblesses et menaces, comme perçues par la codirection, sont listées et seront donc particulièrement suivies dans les prochains mois/années.

ATOUTS	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lien avec Monde Académique / Profession ➤ Expérience de l'Équipe ➤ Fonctionnement collaboratif ➤ Positionnement Numérique / Expérimental ➤ Complémentarité Multiphysique 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Équilibre Effectifs / Applications ➤ Pyramide des âges (moyen terme) ➤ Manque Plateforme Expérimentale ➤ Thématiques « Géophysique », « END » et « SHM » sur 3 départements
➤ OPPORTUNITES	➤ MENACES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réseaux Nationaux / Internationaux ➤ Open Data, Open Source ➤ Réorganisation Univ. Eiffel 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positionnement GeoEND vs. Univ. Eiffel ➤ Echec redynamisation de l'Équipe ➤ Pas de recrutement dans les prochaines années ➤ Déséquilibre « Géophysique » / « END »