



Comité Français de Mécanique des Sols et de Géotechnique

**Groupe Promotion de la géotechnique
Sous- groupe Enseignement**

**Cartographie des enseignements de géotechnique en France
Écoles d'ingénieurs**

Pierre Delage et Claude Plumelle

13 juin 2019

avec la participation de Radja Elandaloussi, Fabrice Emeriault et Etienne Flavigny

1. Introduction

Le Comité Français de Mécanique des sols et de la Géotechnique (CFMS) a lancé en septembre 2018 une enquête sur l'enseignement de la Géotechnique dans les établissements français d'enseignement : Écoles d'Ingénieur (diplômes d'ingénieur, Mastère spécialisé délivré par la Conférence des grandes écoles - CGE, Doctorat), Universités (DUT, Licence, Master, Doctorat), Lycées (BTS). Cette enquête a été initiée lors de la première réunion de la commission « Promotion de la Géotechnique » le 29 octobre 2015. Lors de la réunion du 22 mars 2016, Claude Plumelle avait fourni 4 listes de formations issues des données de la FNTP (www.metier-tp.com / Formations de l'enseignement supérieur préparant aux métiers des Travaux Publics) d'où il avait extrait, d'après 21 mots clés concernant le « sol », les listes des établissements qui fournissaient peu ou prou un enseignement de la géotechnique (*chiffres donnés à titre indicatif.*) :

- Liste BTS / DUT : 68 établissements ;
- Liste Licence PRO : 35 établissements ;
- Liste Master : 49 établissements ;
- Liste Ingénieurs : 47 établissements.

La cartographie des enseignements de la Géotechnique a ensuite été élaborée au cours des réunions suivantes de la sous-commission « Enseignement de la Géotechnique » pour aboutir à la « Cartographie des enseignements de la Géotechnique » dont le questionnaire (annexe 1) a été diffusé par LIC sur internet auprès des différents établissements au mois de juillet 2018, avec échéance au 28 septembre 2018 pour les réponses.

Le dépouillement des réponses des différentes écoles d'ingénieur a été coordonné par Claude Plumelle avec le concours de Pierre Delage, Fabrice Emeriault et Etienne Flavigny. Ce groupe « Enseignement » s'est réuni à partir du 10 octobre 2018.

La forme du questionnaire de LIC obligeait les correspondants des établissements d'enseignement à le remplir complètement en une seule fois, toute sauvegarde et reprise de réponse partielle étant impossible. Une seule personne ne disposant généralement pas de l'ensemble des éléments demandés pour un établissement donné (l'enseignant de géotechnique ne connaissant pas nécessairement les éléments plus généraux caractérisant son établissement), cet inconvénient a donné lieu, dans certains cas, à de multiples réponses correspondant à autant de reprises du questionnaire. Au vu d'un nombre important de réponses, réponses multiples, incomplètes ou a priori inexactes, il a été nécessaire de faire un très grand nombre de relances pour obtenir les données les plus complètes et les plus fiables possibles. D'autre part, il a été déployé beaucoup d'énergie pour contacter par mèl et/ou téléphone les correspondants des écoles qui n'avaient répondu.

Avant de poursuivre, nous définissons le terme ECTS, qui signifie « European Credits Transfer System » en anglais, soit « Système Européen de Transfert et d'Accumulation de Crédits » en français. Ce système de points développé par l'Union européenne dans le cadre du processus de Bologne a pour objectif de faciliter la lecture et la comparaison des programmes d'études au sein d'un pays et dans les différents pays européens. Il a remplacé en France le système des unités de valeur (UV) jusque-là utilisé. Il permet d'attribuer des points à toutes les composantes d'un programme d'études en intégrant les divers éléments du parcours de l'étudiant, **notamment son travail personnel**. Un semestre représente 30 ECTS, la formation d'ingénieur, sur 5 ans comptabilise donc 300 ECTS.

Un ECTS représente 25h - 30h de travail de l'étudiant, c'est à dire les heures en présentiel devant enseignant (cours, TD, TP) et le travail personnel. La conversion des heures de présentiel en ECTS est assez variable, on retiendra qu'en « moyenne » les écoles attribuent 1 ECTS pour 10 à

15 h de présentiel, ce qui introduit une distorsion importante dans les résultats des dépouillements des réponses des 42 établissements.

Ce rapport, qui ne concerne que les diplômés d'ingénieur, a été rédigé par P. Delage et C. Plumelle, avec l'aide de R. Elandaloussi pour la réalisation des histogrammes et autres graphiques. Les résultats qu'il présente ont été comparés pour vérification aux données fournies dans le Dossier spécial ONISEP N°83 (2019) « Ecoles d'ingénieurs – Les clés pour choisir » (<https://librairie.onisep.fr/Collections/Grand-public/Dossiers/Les-ecoles-d-ingenieurs2>).

2. Historique

La première enquête sur l'enseignement de la Géotechnique en France a eu lieu au premier congrès international sur la formation en géotechnique qui s'est déroulé en Roumanie en 2000. Elle a été rapportée par Richard Kastner sous l'intitulé « L'enseignement de la mécanique des sols en France dans les formations d'ingénieurs en Génie Civil¹ ». Une quarantaine d'établissements délivraient des diplômes d'ingénieur en relation plus ou moins étroite avec le Génie Civil. Sur ces 40 établissements, 10 seulement avaient répondu à l'enquête :

- Ecole Centrale de Paris (ECP)
- Ecole Centrale de Nantes (ECN)
- Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC)
- Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries de Strasbourg (ENSAIS)
- Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMP)
- Ecole Universitaire d'Ingénieurs de Lille (EUDIL)
- Institut Polytechnique de Lorraine - Ecole Nationale Supérieure de Géologie (INPL - ENSG)
- Institut National des sciences appliquées de Lyon (INSA Lyon)
- Institut National des sciences appliquées de Toulouse (INSA Toulouse)
- Institut des Sciences et Techniques de Grenoble (ISTG)

R. Kastner distinguait 3 groupes d'établissement suivant les formations suivantes :

- Formation très généraliste, où le génie civil n'est qu'une option intervenant dans les 2 dernières années (ECP, ENMSP)
- Formation en Génie Civil dans les 3 dernières années (ENSAIS, INSA Lyon, INSA Toulouse, ECN, EUDIL, ENPC)
- Formation plus spécialisée dans le domaine de la Géotechnique et de la Géologie appliquée (INPL - ENSG, ISTG)

Il est souligné dans l'article que les cours relevant de la géologie de l'ingénieur n'ont pas été comptabilisés.

Le rapport présente deux figures intéressantes. La Figure 1, sur l'horaire des cours obligatoires en Géotechnique, permet de constater une différence importante entre les horaires des écoles spécialisées en Géotechnique (ISTG et INPL - ENSG), les écoles de Génie Civil (d'ENSAIS à ENPC) et les écoles généralistes (ENSMP, ECP)

¹ Lettre de la géotechnique n°23, juin 2001

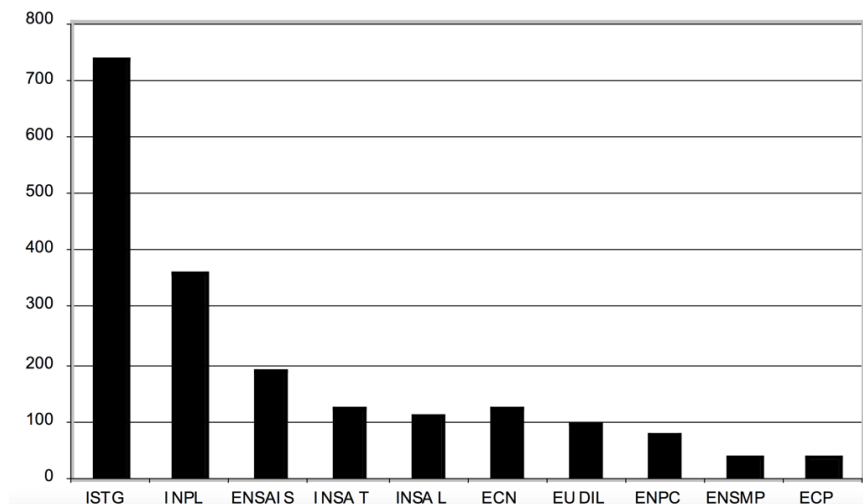


Figure 1. Horaires des cours obligatoires en Géotechnique
(Kastner R. 2000, 1er congrès international sur la formation en géotechnique, Sinaïa, Roumanie)

La Figure 2 se réfère aux seules écoles de Génie Civil. L'auteur, en exceptant l'ENSAIS qui comporte un horaire important en Géotechnique (192h), dégage une moyenne de 108 h consacrées à la Géotechnique pour les 6 autres écoles (de 77h pour l'ENPC à 127h pour l'INSA Toulouse).

Les programmes des enseignements obligatoires en Géotechnique de ces établissements portaient pour l'essentiel, sur :

- les bases de la mécanique des sols;
- le calcul des fondations et des soutènements.

Les enseignements se présentaient sous la forme de cours (44%), travaux dirigés (35%) et travaux pratiques (21%).

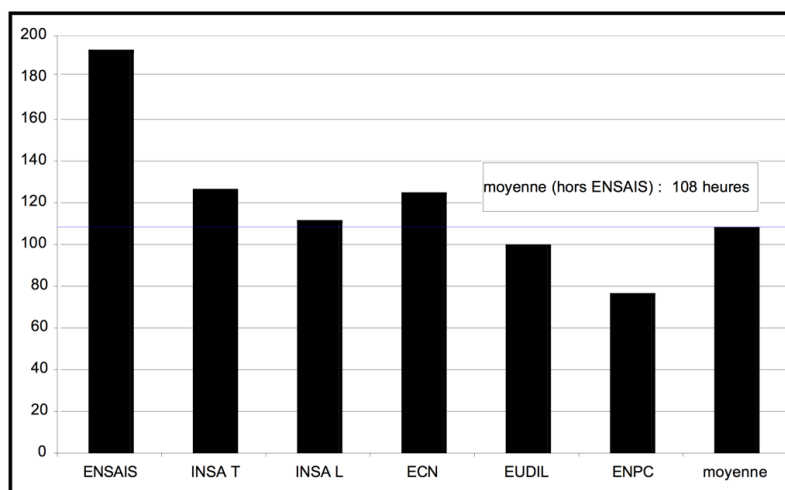


Figure 2. Volume horaire de l'enseignement obligatoire en géotechnique dans les formations en génie civil
(Kastner R. 2000, 1er congrès international sur la formation en géotechnique, Sinaïa, Roumanie)

Pour comparer avec les ECTS actuels et en retenant 1 ECTS = 10 ou 15h de présentiel on obtient les chiffres suivants (les appellations d'écoles qui ont changé sont précisées entre parenthèses) :

1. ISTG (Polytech Grenoble) : 49 – 74 ECTS
2. INPL - ENSG Nancy : 24 – 36 ECTS
3. ENSAIS (INSA Strasbourg) : 13 – 19 ECTS
4. INSA Toulouse : 9 – 13 ECTS
5. ECN : 8 – 12 ECTS

6. INSA Lyon : 7 – 11 ECTS
7. EUDIL (Polytech'Lille) : 7 – 11 ECTS
8. ENPC (Ecole des Ponts ParisTech) : 5 – 8 ECTS
9. ENSMP (Mines Paristech) : 3 – 5 ECTS
10. ECP (CentraleSupélec) : 3 – 5 ECTS

Avec une moyenne pour les écoles de Génie Civil (hors ENSAIS) de 7 - 11 ECTS.

Dans ces écoles, les étudiants avaient la possibilité de suivre des cours plus spécialisés en option :

- dynamique des sols, génie parasismique ;
- modélisation élastoplastique ;
- rhéologie des géomatériaux ;
- thermo-hydrromécanique des roches ;
- géostatistique, risques naturels et fiabilité des ouvrages ;
- interactions hydraulique - géotechnique ou sol – structure ;
- sols renforcés ;
- mécanique des roches ;
- travaux souterrains en site urbain ;
- déchets et effluents ;
- stabilité des versants.

3. Présentation de la « Cartographie des enseignements de la Géotechnique » en 2018

Cette grande enquête sur l'enseignement de la Géotechnique dans les écoles françaises d'ingénieur a été cartographiée suivant 13 grands thèmes, dont nous explicitons certains :

- I. Nom, description, coordonnées de l'école
- II. Typologie
 - A. Ecoles d'ingénieurs généralistes, où le Génie Civil n'est qu'une option ;
 - B. Ecoles d'ingénieurs en Génie Civil ;
 - C. Ecoles d'ingénieurs en Géotechnique ;
 - D. Ecoles d'ingénieurs en Géologie ;
 - E. Autres écoles d'ingénieurs qui dispensent des bases de Géotechnique
- III. Mode de Recrutement
Recrutement niveau Bac avec scolarité sur 5 ans, ou Bac + 2 après concours CPGE avec scolarité sur 3 ans, et aussi toutes les passerelles possibles à tous niveaux, sur concours ou dossier
- IV. Nationalité des étudiants
- V. Niveau des diplômes délivrés, pour ce premier rapport, diplôme d'ingénieur à Bac + 5
- VI. Planning de l'enseignement de la Géotechnique durant les 10 semestres (S1 à S10), sachant que certaines écoles proposent un enseignement de géotechnique dès les 2 premières années (S1 à S4)
- VII. Enseignements de base et généraux, des mathématiques au management, en passant par la mécanique des milieux continus (MMC)
- VIII. Offre de formation Géotechnique/Génie Civil sur 5 ans comprenant
 - les **Géosciences** : géologie, hydrogéologie, géophysique, risques naturels ;
 - la **Géotechnique** : mécanique des sols (MMC, hydraulique souterraine, lois de comportement, tassements, essais de labo, essais in-situ, poussée - butée), mécanique des roches, dynamique des sols, reconnaissance des sols : sondages et essais in situ, essais de laboratoire, modélisation numérique, éléments finis, mécanique des sols

avancée, sols non saturés, normalisations - Eurocodes / Missions d'ingénierie géotechnique, dimensionnement des ouvrages géotechniques, fondations, soutènements, stabilité des pentes, terrassement, routes, ouvrages en terre, renforcement, amélioration des sols, géotechnique environnementale ;

- les **Structures** : béton armé, précontraint, charpentes métalliques, procédés généraux de construction, bâtiments, structures, industrie ;
- les **Ouvrages géotechniques** : voirie et réseaux divers (VRD), assainissement, travaux portuaires et fluviaux, digues et barrages ; au questionnaire initial diffusé par LIC, nous avons ajouté une case « Travaux souterrains », qui avait été oubliée.

- IX. Pédagogie, répartition des heures d'enseignement en présentiel en, cours, TD, TP, stages de terrain et en entreprises, enseignement en anglais, cours à l'étranger, mais aussi toutes les pédagogies innovantes
- X. Types d'organisme dans lesquels travaillent les ingénieurs formés en Génie Civil et en Géotechnique
- XI. Domaines / secteurs d'activité dans lesquels travaillent les ingénieurs formés en Génie Civil et en Géotechnique
- XII. Activités en liens avec les organisations professionnelles (CFMS, Syntec - Ingénierie, USG, Soffons, FNTP, CFMR, CFGI, Entreprises)
- XIII. Actions à développer avec la Profession (enseignement par des professionnels, visites de chantier, groupe de travail Enseignement - CFMS, ...)

4. Dépouillement du questionnaire « Cartographie des enseignements de la Géotechnique »

4.1 Préambule

L'échéance pour répondre au questionnaire mis en ligne par LIC avait été fixée au 28/09/2018. Devant le faible retour à cette date, le groupe « Enseignement » a dû relancer les écoles pour obtenir un échantillon plus représentatif de l'enseignement de la Géotechnique en France. Cette démarche a été longue, compliquée et astreignante puisqu'il a fallu insister de nombreuses fois par mail et téléphone pour finalement obtenir, fin mars 2019, 42 réponses.

Les réponses au questionnaire ont dû être vérifiées dans leur pertinence et leur fiabilité, certaines questions ayant été mal interprétées, manifestement erronées ou pas renseignées.

Pour améliorer la qualité de cette enquête, il a été demandé, à **chaque école de valider les informations** que nous avons reportées dans le tableur Excel, le 13 février 2019. A l'échéance du 8 mars 2019, seulement 9 écoles ont validé leurs réponses.

4.2 Dépouillement des questionnaires

On reprend les 13 points des questionnaires dépouillés à partir des réponses exploitables des 41 écoles, avec les commentaires, tableaux et graphiques nécessaires.

I. Nom, description, coordonnées de l'école

II. Typologie

Le tableau 1 classe les 42 écoles d'ingénieurs recensées en 4 typologies :

- 28 écoles généralistes avec option en génie civil en 2ème ou 3ème année ;
- 8 écoles de génie civil au sens large (GC – BTP) ;
- 2 écoles avec enseignements approfondis en géotechnique/géologie ;
- 2 écoles généralistes avec option géosciences.

Tableau 1. Classement de l'ensemble des formations

				Promotion	ECTS
				GC	Géotech
Généraliste avec option génie civil					
Recrutement post bac					
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes				48	6
EPF Ecole d'ingénieur.e.s - Campus de Sceaux (Structures et Matériaux)				30	8
EPF Ecole d'ingénieur.e.s - Campus de Troyes (Bâtiment et écocités)				19	2
INSA Lyon				100	27,3
INSA Rennes				75	16,75
INSA Rouen				32	27
INSA Strasbourg				90	17
INSA Toulouse				100	10
Polytech Clermont-Ferrand				80	16,25
Polytech Grenoble (option géotechnique)				45	52
Polytech Lille				55	18
Polytech Marseille				55	15
Polytech Montpellier					7,5
Polytech Nantes				60	10
Polytech Nice (Bâtiment durable)				48	7
Polytech Orléans				80	44
Polytech Sorbonne				40	32
Recrutement concours CPGE					
Centrale Lyon				40	3,2
Centrale Nantes				40	5
Centrale Supélec				20	5
Ecole des Ponts ParisTech (ENPC)				70	15
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint Etienne				70	11
Ecole Nat. Sup. Eau Energie Environnement (ENSE ³), Grenoble INP				25	20
Ecole Nat. Sup. d'Ingénieurs de Poitiers (Spéc. génie de l'eau et GC)				70	26,5
Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay* (ex Cachan)				20	9
Institut Mines Telecom Alès				70	10
Institut Mines Telecom Lille Douai				58	10
Recrutement dossier bac + 2					
Ecole Supérieure d'Ingénieurs Paris-Est (ESIPE)				35	12
Diplômés option génie civil d'école généraliste				Total	1475
				Promotion	
				GC	
Génie civil					
Recrutement post bac					
Ecole supérieure des ingénieurs des travaux de la construction de Paris				75	7
Ecole supérieure des ingénieurs des travaux de la construction de Caen				111	15
Institut Supérieur Aquitain du Bâtiment et des Travaux Publics				60	?
Recrutement concours CPGE					
Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (Génie Urbain)				130	4
Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat				70	21
Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, TP				250	22,75
Ecole Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, Bat				250	22,75
Recrutement concours pour DUT, BTS, Licence					
Cnam Grand Est, IIT - BTP, Reims				30	??
Diplômés d'écoles de génie civil				Total	976
				Promotion	
Géologie					
Recrutement post bac					
UniLasalle Beauvais				110	34,5
Recrutement concours CPGE					
École Nationale Supérieure de Géologie (Nancy)				124	51
Géologie				Total	234
				Promotion	
Géosciences					
Mines de Nancy (généraliste avec option Géosciences)				25	8
Mines ParisTech (généraliste avec option Géosciences)				5	9
Géosciences				Total	30

Le graphe de la Figure 3 indique la répartition de ces 4 typologies et la carte de la Figure 4 en montre la localisation géographique.

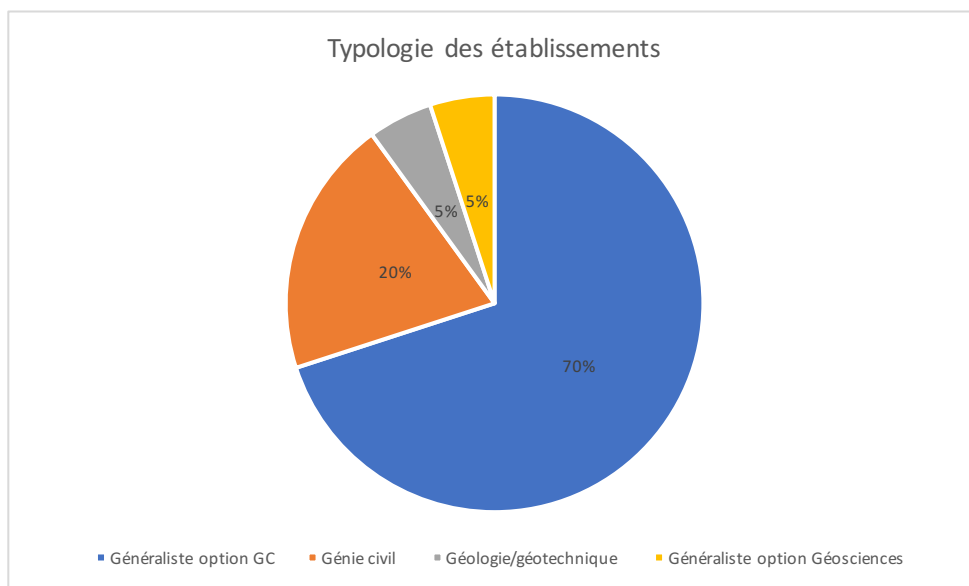


Figure 3. Répartition des 4 typologies des écoles d'ingénieurs

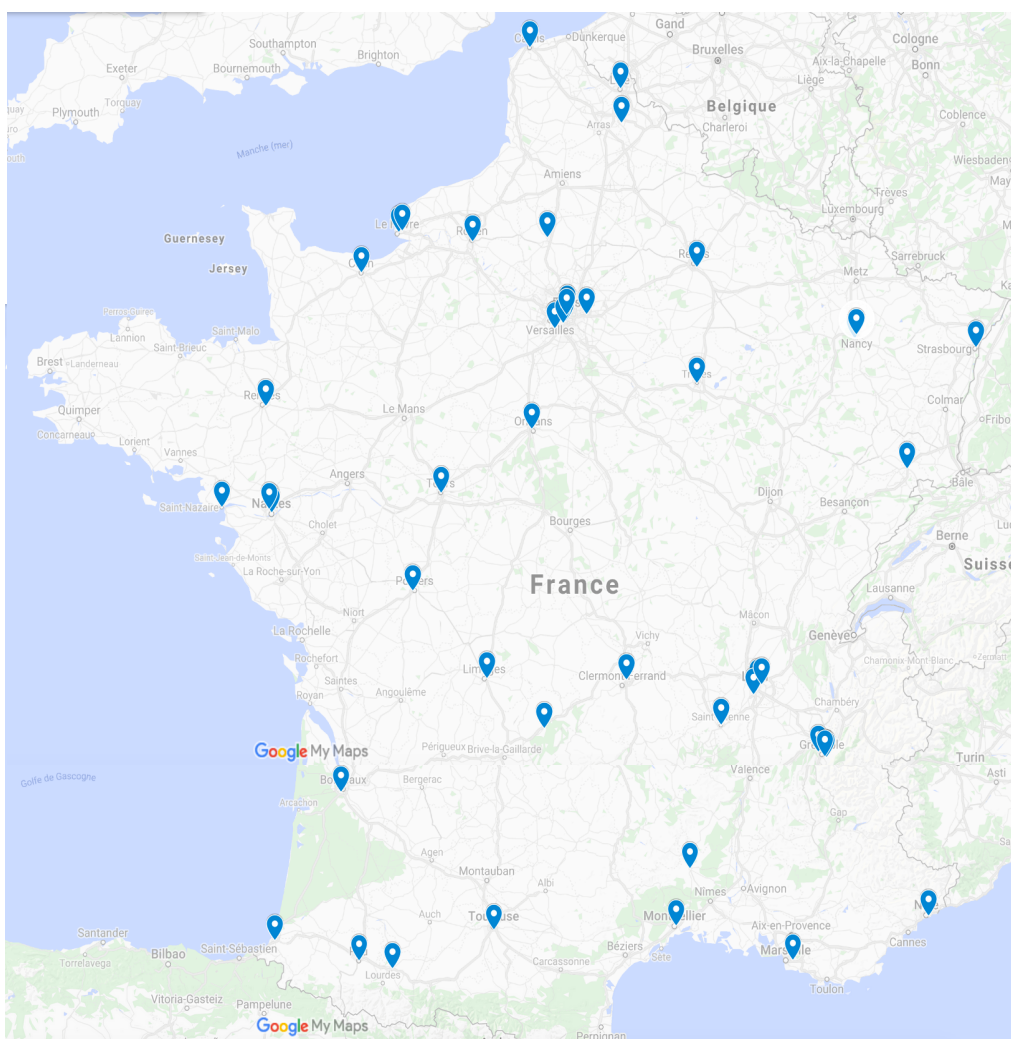


Figure 4. Répartition géographique de l'ensemble des formations recensées.

Le tableau 1 indique également le nombre d'ECTS consacrés à la géotechnique dans les établissements. Il permet de constater que certains établissements, bien que présentés comme

« généralistes », forment des ingénieurs qui ont pu avoir accès à une offre importante en géotechnique. C'est le cas de Polytech Grenoble (52 ECTS), Polytech Orléans (44 ECTS), Polytech Sorbonne (32 ECTS). On observe également une offre importante dans les INSA de Lyon et Rouen (respectivement 27,3 et 27 ECTS) et à l'ENSI Poitiers (26,5 ECTS). Les établissements proposant entre 15 et 20 ECTS sont l'ENSE³ Grenoble, INSA Strasbourg et Rennes, Polytech Clermont Ferrand, Lille et Marseille et Ecole des Ponts ParisTech (Option géotech).

Certaines écoles de génie civil proposent également une offre conséquente, avec 22,75 ECTS pour chacune des options TP et Bâtiment de l'ESTP et 21 ECTS pour l'ENTPE.

Bien sûr, le nombre d'ECTS des deux établissements dédiés à la géologie/géotechnique est conséquent, avec 51 ECTS pour l'ENSG Nancy et 34,5 pour UniLasalle Beauvais.

Il n'a malheureusement pas été possible d'avoir de la part de beaucoup d'établissements des informations détaillées sur le nombre d'ingénieurs « géotechniciens » correspondant à l'ensemble de ces formations. Nous avons pu savoir (ou avons estimé au vu des informations disponibles) que des ingénieurs ayant suivi au minimum 15 ECTS de géotechnique provenaient des établissements suivants : Polytech Clermont Ferrand (15), Polytech Grenoble (45), Polytech Sorbonne (16), Ecole des ponts ParisTech (25), ENSI Poitiers (20), ESTP - Bâtiment + TP (60), UniLasalle Beauvais (25), ENSG Nancy (40), en intégrant également 1 diplômé par an du CNAM Paris ayant suivi 50 ECTS de géotechnique.

Au total, les données du tableau permettent d'arriver aux chiffres suivants :

- 1475 ingénieurs en Génie civil sont diplômés par an par des écoles généralistes avec option Génie civil, au sein de laquelle sont dispensés des enseignements de géotechnique d'importance très variable (de 5, à 52 ECTS pour PolyTech Grenoble).
On estime qu'au moins 121 ingénieurs ayant suivi au moins 15 ECTS de géotechnique sortent de ces établissements.
- 976 ingénieurs en Génie civil sont diplômés par an par des écoles de Génie civil, au sein de laquelle sont dispensés des enseignements de géotechnique d'importance variable (de 7, à 22,75 ECTS pour ESTP).
On estime qu'au moins 60 ingénieurs ayant suivi au moins 15 ECTS de géotechnique sortent de ces établissements.
- 234 ingénieurs géologues/géotechniciens sont diplômés par deux établissements (ENSG Nancy et UniLasalle) plus orientés vers les géosciences que le Génie civil.
On estime que 65 ingénieurs ayant suivi au moins 15 ECTS de géotechnique sortent de ces établissements
- 30 ingénieurs sont diplômés avec 8 – 9 ECTS de géosciences par Mines Nancy et Mines ParisTech.

En résumé, parmi les 2451 ingénieurs formés en Génie civil, au moins 181 ont suivi au moins 15 ECTS de Géotechnique, et parmi les 234 ingénieurs formés dans les deux établissements spécialisés en Géologie/géotechnique, 65 ont une formation approfondie (plus de 34,5 ECTS) en géotechnique.

III. Mode de recrutement

Le tableau 1 présente également, catégorie par catégorie, l'ensemble des formations recensées, le mode de recrutement des écoles (post – bac ou bac + 2 après classes préparatoires). A côté de ces modes classiques, il y a une multitude de modes de recrutement dans certains établissements, à divers niveaux, sur dossier ou concours. Le tableau indique également le nombre d'ingénieurs diplômés dans chaque catégorie.

IV. Nationalités

L'histogramme de la Figure 5 présente les pourcentages d'étudiants français et étrangers dans chaque école.

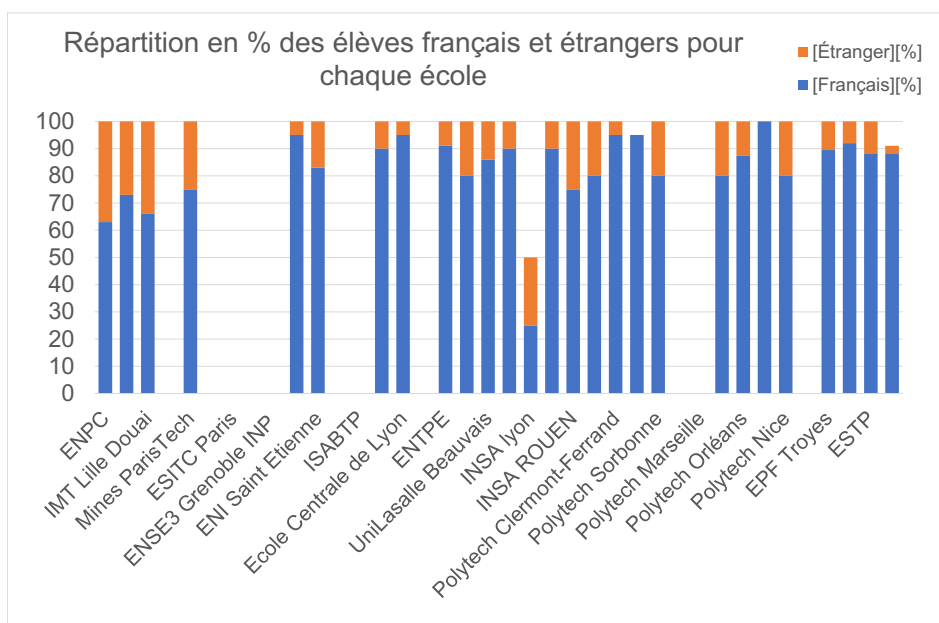


Figure 5. Répartition des étudiants français et étrangers dans les écoles d'ingénieurs.

V. Niveau des diplômes :

Ce rapport ne concerne que les établissements délivrant un diplôme d'ingénieur. Il sera suivi d'une analyse des formations Master (formation universitaire Bac + 5) et Mastère spécialisé (diplôme de la Conférence des grandes écoles pour une formation spécialisée avec recrutement sélectif à Bac + 5, ingénieurs et master 2)

VI. Planning de l'enseignement de la Géotechnique

Deux écoles (UnilSalle Beauvais et Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint Etienne) débutent l'enseignement de la Géotechnique en semestre S1 de 1^{ère} année. Le CNAM Reims recrute en Bac +2/3 des DUT/BTS/Licence qui ont suivi les cours d'initiation à la mécanique des sols et au calcul des ouvrages selon le programme national de ces formations, donc au cours des semestres S1 – S4. Les INSA (écoles Génie civil post-bac) démarrent généralement l'enseignement de la géotechnique en semestre S5 (3^{ème} année après le bac) et poursuivent jusqu'en S9. Certaines écoles généralistes (recrutement CPGE) démarrent les enseignements spécialisés, dont l'initiation à la mécanique des sols en S7 (4^{ème} année post bac, deuxième année d'école) et le calcul des ouvrages géotechniques en S8.

VII. Enseignements de base et généraux.

Toutes les écoles répondent qu'elles enseignent les enseignements suivants :

- Mathématiques / probabilités / statistiques
- Mécanique des milieux continus (MMC)
- Résistance des matériaux (RDM)
- Langues
- Rédaction / Expression / Communication
- Management / projet

VIII. Offre de formation Géotechnique/Génie Civil.

Il est indispensable d'avoir à l'esprit que toutes les écoles proposent « un cursus à la carte », ce qui signifie que chaque élève - ingénieur d'une même école a un parcours personnalisé. L'histogramme de la Figure 6 présente le nombre d'ECTS en Géosciences, Géotechnique, Structures, Ouvrages géotechniques de chaque école (on rappelle que le nombre d'ECTS déclarés par les écoles est frappé d'une variabilité certaine, 1 ECTS = 25 à 30 h de travail total de

l'étudiant avec 10 à 15 h de présentiel). En outre, nous avons agrégé les ECTS obligatoires et optionnels, il s'agit donc ici du nombre d'ECTS suivi par un étudiant motivé ayant suivi le maximum de cours en géotechnique disponible dans son établissement. Le contenu des différents thèmes a été défini au § 3.

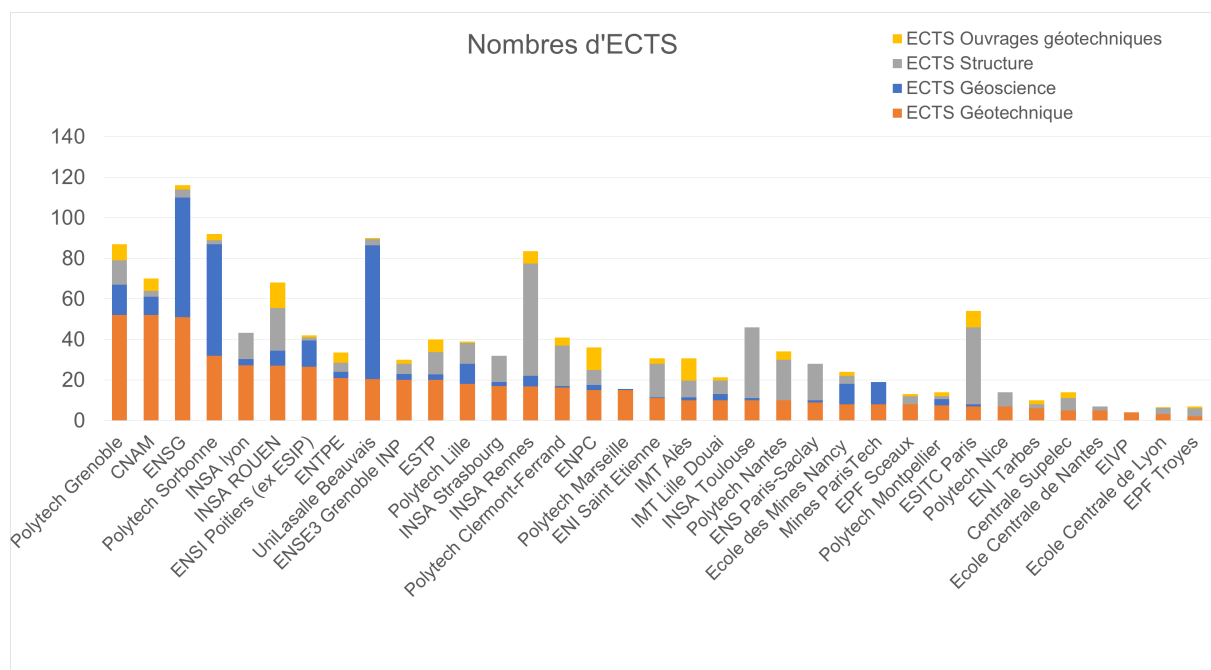


Figure 6. Nombre d'ECTS en Géosciences, Géotechnique, Structures, Ouvrages géotechniques par école.

Les écoles sont classées par importance décroissante de leur enseignement en géotechnique, représenté en orange. On observe, logiquement, un nombre élevé d'ECTS (> 50) à Polytech Grenoble, ENSG et CNAM. Viennent ensuite Polytech Sorbonne, INSA Lyon et Rouen et ENSI Poitiers. Les écoles suivantes tournent autour d'une vingtaine d'ECTS pour décroître progressivement vers 5 ECTS. Les instituts de géosciences (ENSG Nancy, Polytech Sorbonne et UniLasalle Beauvais) ont, logiquement, une offre importante dans le domaine (bleu), alors que peu de choses (ou rien) sont proposées en enseignement de structures (gris). Inversement, les écoles avec un enseignement en structures conséquent ont peu de choses en géosciences.

IX. Pédagogie

La Figure 7 donne la répartition entre cours, TD et TP par école.

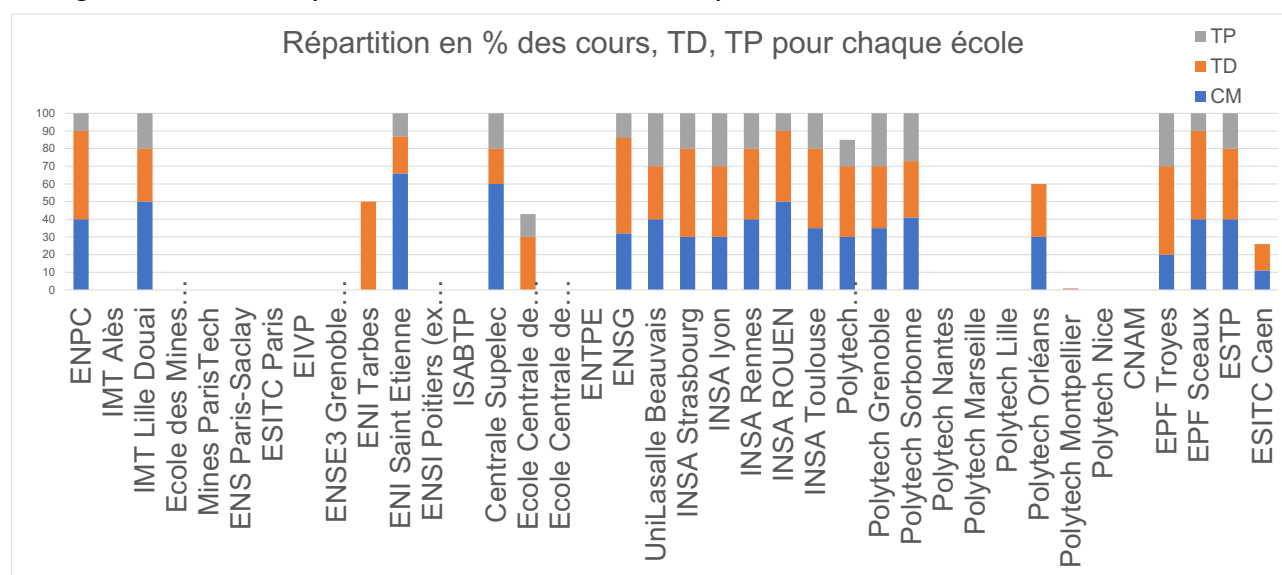


Figure 7. Répartition des cours, TD et TP par école

La plupart des écoles ont mis en place des pédagogies innovantes, enseignement à distance, enseignement par projets, pédagogie inversée. L'enseignement en anglais est de plus en plus développé. Les semestres de cursus à l'étranger sont proposés par la plupart des écoles. Quant aux stages en entreprise, ils sont obligatoires.

X. Types d'organisme recrutant les ingénieurs sortant des écoles

Nous n'avons retenu que les écoles Géotechnique et Géologie, l'intérêt de cette question étant de connaître les organismes où travaillent les jeunes ingénieurs géotechniciens (Tableau 2).

Tableau 2. Types d'organisme d'exercice des jeunes géotechniciens							
	Ingénierie géotechnique et sondages	Entreprise BTP	Industrie	Maîtrise Ouvrage public	Banque Assurance	Enseignement recherche	Autre
ENSI Poitiers	X	X				X	
Polytech Grenoble	60 %	30 %	4 %	4 %		2 %	
ENSG	40 %	38 %	10 %	10 %		2 %	
Polytech Sorbonne	40 %	20 %	5 %	5 %		10 %	20 %
UniLasalle Beauvais	70 %	25 %		2 %		3 %	

XI. Domaines / secteurs d'activité

Nous n'avons retenu que les écoles Géotechnique et Géologie, l'intérêt de cette question étant de connaître les organismes où travaillent les jeunes ingénieurs géotechniciens, comme indiqué dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3. Secteurs d'activité des jeunes géotechniciens						
	Géologie Géophysique Mines Carrières Energie	Géotechnique Génie Civil	Bâtiment	TP - Infra Transport Eau Energie	Industrie	Environnement Hydrogéologie
ENSI Poitiers	X	X	X	X		X
Polytech Grenoble	10 %	80 %		5 %		5 %
ENSG	28 %	38 %	5 %	15 %	4 %	10 %
Polytech Sorbonne	25 %	35 %	7,5 %	7,5 %		25 %
UniLasalle Beauvais	5 %	80 %		15 %		

XII. Activités en liens avec les organisations professionnelles

Pour cette question, nous avons retenu toutes les écoles qui proposent un enseignement de la Géotechnique. L'historgramme de la Figure 8 donne les réponses des activités des écoles avec les différents comités, fédération et syndicats professionnels.

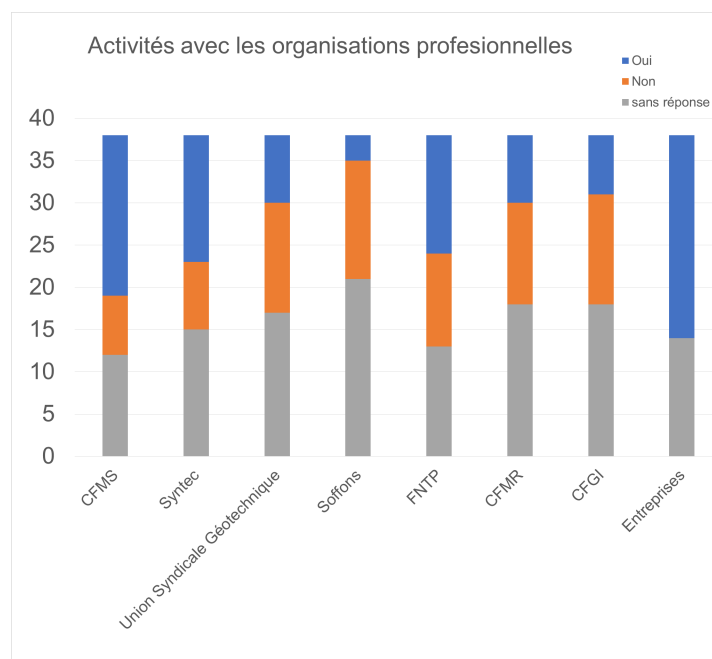


Figure 8. Activités avec les organisations professionnelles

XIII. Actions à développer avec la pratique professionnelle

Pour cette question nous avons retenu toutes les écoles qui proposent un enseignement de la Géotechnique. L'historgramme de la Figure 9 donne les réponses des actions souhaitées des écoles auprès de la profession

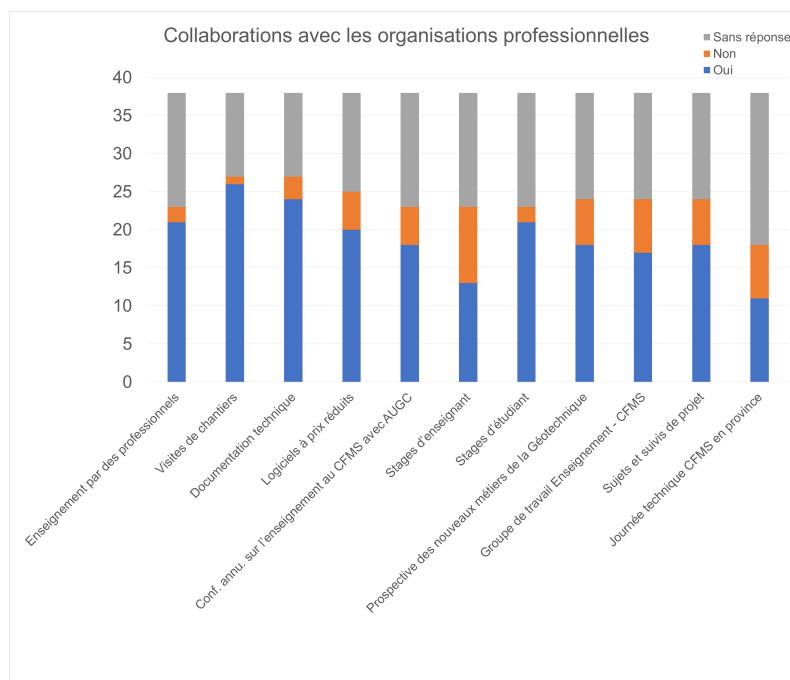


Figure 9. Activités avec les partenaires de la pratique professionnelle.

5. Conclusions

L'enquête réalisée auprès des formations en géotechnique en France, dont ce rapport ne concerne que les formations d'ingénieur, a permis d'identifier 41 écoles d'ingénieurs (5 années d'études après le bac, principal recrutement post-bac ou après 2 années de classes préparatoires CPGE) réparties sur l'ensemble du territoire et dispensant, à des degrés divers, une formation de géotechnique.

Toutes les écoles contactées n'ont pas répondu complètement à l'ensemble des questions posées dans le questionnaire mis en ligne en juillet 2018, du fait de son inadaptation (impossibilité de sauvegarder des réponses partielles), de la difficulté pour une seule personne (en général l'enseignant de géotechnique) de collecter l'ensemble des informations demandées, et du degré variable de réactivité et de motivation des correspondants contactés. L'ensemble des informations présentées dans ce rapport n'a pu être collecté qu'en demandant aux correspondants de remplir à nouveau le questionnaire sous une forme excel bien moins intuitive. La collecte a demandé un nombre très important de relances personnalisées (courriel, téléphone) résultant d'une première analyse détaillée des réponses. Il reste que l'exactitude des informations présentées n'est pas entièrement assurée, et il est envisagé de transmettre ces informations (rapport et tableaux) aux correspondants des écoles, pour s'assurer de leur pertinence avant diffusion plus large.

Une caractéristique essentielle de la plupart des formations est le caractère modulaire et individualisé des parcours proposés aux étudiants. A côté de modules de base obligatoires (incluant, dans les écoles de génie civil, mathématiques, mécanique des milieux continus, initiation à la mécanique des sols et initiation au calcul des ouvrages), des enseignements spécialisés optionnels plus approfondis de géotechnique peuvent être proposés. Du fait de la variété des écoles et des parcours qu'elles proposent, nous n'avons pas été en mesure d'identifier ces parcours, et l'histogramme de la Figure 7 représente le cumul des offres obligatoires et optionnelles proposées en géotechnique au sens large, cours que suivraient des étudiants motivés par notre discipline.

La majorité des écoles dispensant un enseignement de géotechnique sont des écoles (généralistes ou spécialisées) formant au génie civil. Une exception notable concerne les écoles spécialisées en géosciences, dans lesquelles la formation en géotechnique et géosciences est nettement plus approfondie, mais où il n'y a pas ou peu de formation à la conception et construction des superstructures (barres grises « ECTS structures » de la Figure 7). Cette information est importante pour les recruteurs recherchant un profil apte à traiter plus en profondeur les aspects d'interactions entre sol et superstructure, en particulier pour les aspects sismiques. Pour simplifier, on peut dire que les ingénieurs ayant la formation la plus approfondie en géotechnique et géosciences n'ont peu ou pas de formation plus large en génie civil. Cet aspect concerne également certaines écoles généralistes ne traitant pas de génie civil mais proposant une offre en géosciences. Enfin, certaines écoles spécifiques dans des domaines connexes du génie civil (génie urbain, bâtiment et ville durable, écocités...) proposent des formations de base à la géotechnique.

Le principal problème posé par cette enquête est celui de la définition des conditions de formation et du nombre d'ECTS requis pour former un géotechnicien. On notera par ailleurs qu'une des spécificités de la profession est que l'expérience pratique acquise en stages en entreprise, en début, puis tout au long de la carrière est particulièrement importante. D'ailleurs, un nombre important d'enseignants des écoles proviennent des entreprises, ils sont en effet les mieux placés pour transmettre aux étudiants les retours d'expérience provenant de la réalisation de projets complexes dans des conditions géotechniques par définition incertaines. Il est bien sûr délicat de fixer un seuil de nombre d'ECTS en géotechnique au-delà duquel on pourrait qualifier l'étudiant qui les a suivis de spécialiste en géotechnique. Cependant, l'observation de la Figure 7 permet de constater que les écoles spécialisées fournissent plus de 50 ECTS, alors qu'un étudiant motivé par la géotechnique peut suivre, par le biais de cours optionnels, jusqu'à une moyenne de 30 ECTS (spécialisées) dans la plupart des écoles de génie civil. A côté de

l'ensemble des connaissances acquises lors de leur scolarité, un autre argument pris en compte par les recruteurs est celui de la sélectivité du recrutement des écoles, que ce rapport n'abordera pas.

On rappelle par ailleurs que des géotechniciens pourront également être recrutés aux niveaux BTS – DUT (Bac + 2), Licence Pro (Bac + 3) et Master (Bac + 5 après un parcours universitaire en licence, puis M1 et M2). Certains Mastères spécialisés (CGE, bac + 6) destinés à permettre à des ingénieurs sortant d'école d'approfondir un champ donné sur trois semestres (dont le dernier en entreprise) feront l'objet d'un rapport complémentaire. Une fois l'ensemble des données analysées et complétées, on pourra envisager de tenir une journée Forum rassemblant les enseignants, les entreprises recrutant en Géotechnique et les diverses associations et syndicats, au cours de laquelle, à côté de discussions concernant les aspects pédagogiques de la formation des géotechniciens, pourraient être également abordée la présentation et la promotion des établissements d'enseignements (stands, comme dans les forums étudiants) et présentée une meilleure définition des besoins des recruteurs. L'importance des enjeux actuels en géotechnique et la démarche de promotion engagée par le CFMS justifierait largement une telle journée qui pourrait viser, à l'instar de la journée des 70 ans, à élargir l'audience à d'autres partenaires moins traditionnellement liés aux activités du CFMS. Dans cette perspective, une enquête pour comprendre les modes de recrutement actuels des entreprises (flux et origine des jeunes ingénieurs recrutés) est à mettre en place, avec l'appui des entreprises.