

ANALYSES DES CAUSES DES SINISTRES GÉOTECHNIQUES

ANALYSIS OF THE CAUSES OF GEOTECHNICAL DAMAGE

Michel KHATIB¹, Chloé BOILEDIEU¹, Jean-Pierre MAGNAN²,

¹ GINGER CEBTP, Élancourt, France

² Université Gustave Eiffel, Marne-la-vallée, France

RÉSUMÉ – Un groupe de travail commun à Syntec Ingénierie et USG, piloté par M. Khatib, a mené une enquête sur la sinistralité en géotechnique en analysant des sinistres enregistrés entre 2011 et 2015. Cette enquête a porté sur près de 450 dossiers. La communication présente les conclusions de cette enquête, en mettant en avant les caractéristiques ainsi que les principales causes de ces sinistres : ouvrages concernés, montants des sinistres, causes identifiées, part du géotechnicien...

ABSTRACT – A joint working group of Syntec-Ingénierie and USG, led by Mr. KHATIB, conducted a survey on geotechnical claims by analysing claims recorded between 2011 and 2015. This survey covered nearly 450 files. The paper presents the conclusions of this survey, highlighting the characteristics as well as the main causes of these claims: structures concerned, amounts of claims, causes identified, share of the geotechnician...

1. Démarche de l'enquête

En 2020 et 2021, une enquête de sinistralité a été menée par un groupe de travail commun à Syntec Ingénierie et USG. L'objectif était d'améliorer les pratiques avec une meilleure gestion des risques pour réduire la sinistralité en géotechnique.

Un des moyens utilisés est de rechercher les principales causes des sinistres analysés. Ce groupe de travail, composé d'une dizaine d'experts géotechniques et animé par Michel KHATIB, a établi les critères à renseigner pour chaque dossier puis a demandé aux sociétés membres d'analyser chaque sinistre sur la période 2011 à 2015. Le choix de cette période a permis de traiter des dossiers clôturés qui disposaient d'un rapport d'expertise permettant d'avoir plus de renseignements sur les causalités des sinistres.

Les différents bureaux d'études ont effectué l'analyse sur 450 dossiers puis ont renseigné tous les critères dans un tableau en préservant l'anonymat des dossiers. Une dizaine de critères principaux a été analysée pour chaque dossier : année de déclaration du sinistre, dernière mission réalisée avant le sinistre, police d'assurance mobilisée, principale cause technique, degré de gravité des dommages, part de responsabilité du géotechnicien, type d'ouvrage géotechnique... Ces critères ont été renseignés à partir de listes de choix préétablis permettant un traitement statistique fiable sans toutefois rentrer dans le détail de chaque dossier.

Toutes ces données ont ensuite été envoyées à Syntec Ingénierie qui en a effectué la compilation et le traitement statistique, ce qui a permis d'aboutir aux résultats ci-après.

2. Analyse générale

2.1. Répartition par quantum

Ce graphique représente la répartition du nombre de sinistres en fonction du « quantum » global qui comprend les dommages matériels et immatériels. Ce montant est tel qu'estimé lors de l'expertise. Les dommages immatériels correspondent généralement à des pertes d'exploitation ou à des frais de relogement.

Les résultats mettent en évidence une diminution du nombre de sinistres quand le quantum augmente. Toutefois, cette diminution n'est pas très marquée pour les deux

dernières tranches ($> \text{à } 150\,000\text{€}$ et $> \text{à } 500\,000\text{€}$). De plus, les sinistres dont le montant global est supérieur à $150\,000\text{€}$ représentent un tiers des sinistres, soit autant que les plus petits sinistres (montant global inférieur à $50\,000\text{€}$).

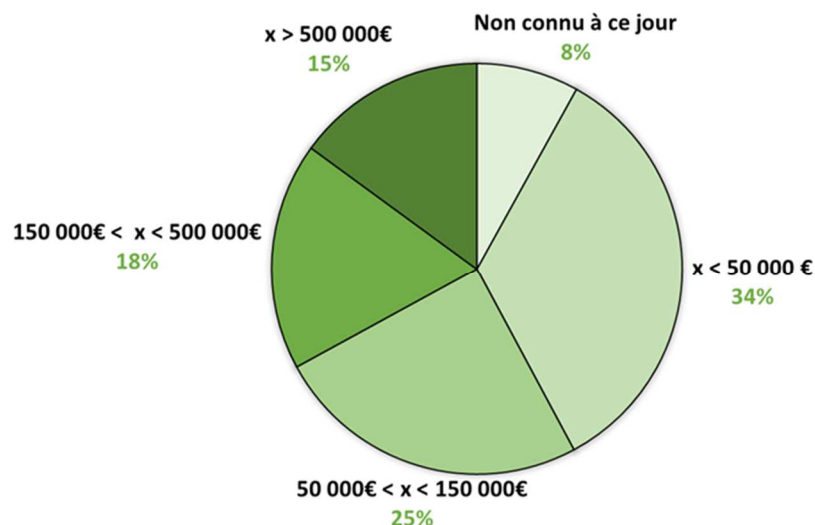


Figure 1 : Répartition de la part des sinistres en fonction du montant global

2.2. Responsabilité civile et sinistralité

Trois types de police d'assurance ont été renseignées : La Responsabilité Civile Décennale (RCD), la Responsabilité Civile (RC), et la Responsabilité Civile d'Exploitation (RCE). Ainsi, 60 % des sinistres géotechniques sont des sinistres RCD, 32% en RC et 8% en RCE.

Le diagramme de la Figure 2 présente la part de chaque police d'assurance en fonction du montant global du sinistre. Les plus petits sinistres (jusqu'à $150\,000\text{€}$) sont en majorité des sinistres de type RCD, alors que les plus gros sinistres (à partir de $150\,000\text{€}$) sont en majorité des sinistres de type RC.

Ce constat est probablement dû au fait que les sinistres les plus importants surviennent en cours de chantier, ou bien sur des ouvrages non concernés par la RCD (par exemple des ouvrages d'infrastructure ou de Génie Civil).

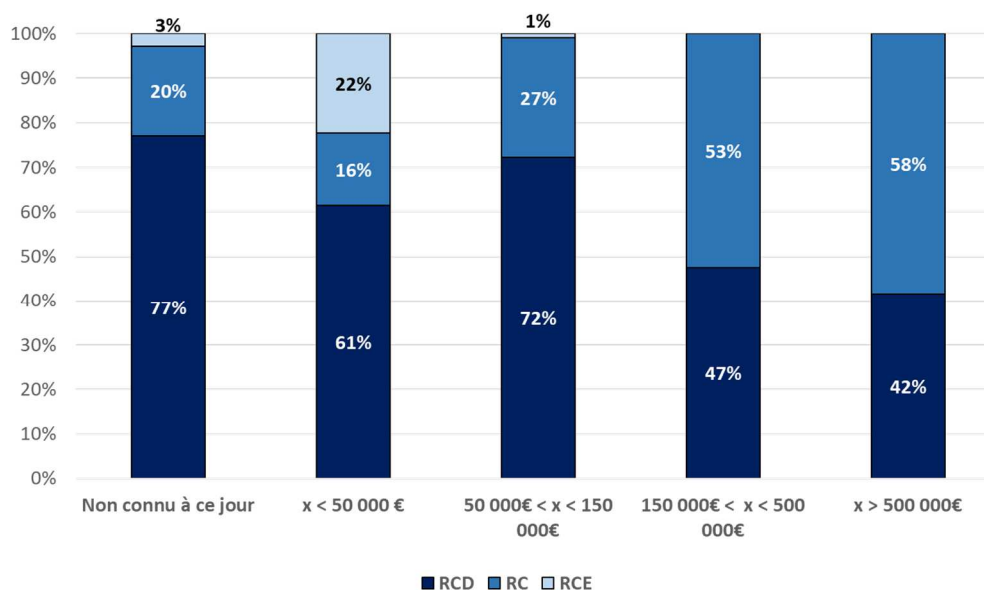


Figure 2 : Part de chaque police d'assurance en fonction du montant global du sinistre

Le diagramme de la Figure 3 met en avant la répartition des sinistres en fonction des ouvrages sur lequel ils surviennent. Cette information permet de mettre en évidence les ouvrages les plus affectés par la sinistralité.

Un peu plus d'un quart des sinistres sont survenus sur les fondations des ouvrages. C'est l'ouvrage géotechnique le plus sinistré parmi les catégories proposées.

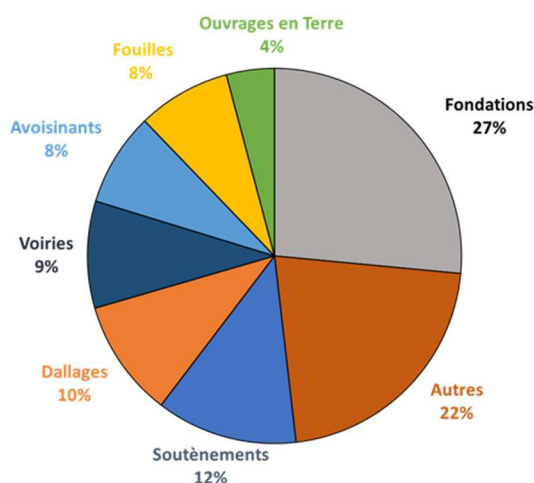


Figure 3 : Proportion des différents ouvrages géotechniques sur lesquels sont survenus les sinistres

Le diagramme de la Figure 4 représente la répartition des ouvrages sinistrés en fonction du degré de gravité du sinistre. La part des sinistres survenus sur les fondations a tendance à diminuer lorsque la gravité du sinistre augmente. Au contraire, la part liée aux sinistres survenus sur des ouvrages de soutènement augmente jusqu'à atteindre 25 % de la part des sinistres les plus graves. Les ouvrages de soutènement sont donc des ouvrages très sensibles dont la sinistralité peut impliquer des dégâts majeurs. Cette part importante de la sinistralité affectant les soutènements pourrait être liée à l'apparition de nouvelles techniques plus économiques et plus risquées comme les voiles par passes, parois clouées, etc... dans des contextes géotechniques non adaptés.

Dans une moindre mesure, on note une augmentation de la part des fouilles et des ouvrages en terre quand la gravité des sinistres augmente. Pour les dallages, la fréquence des sinistres varie peu avec le quantum et reste autour de 10% environ.

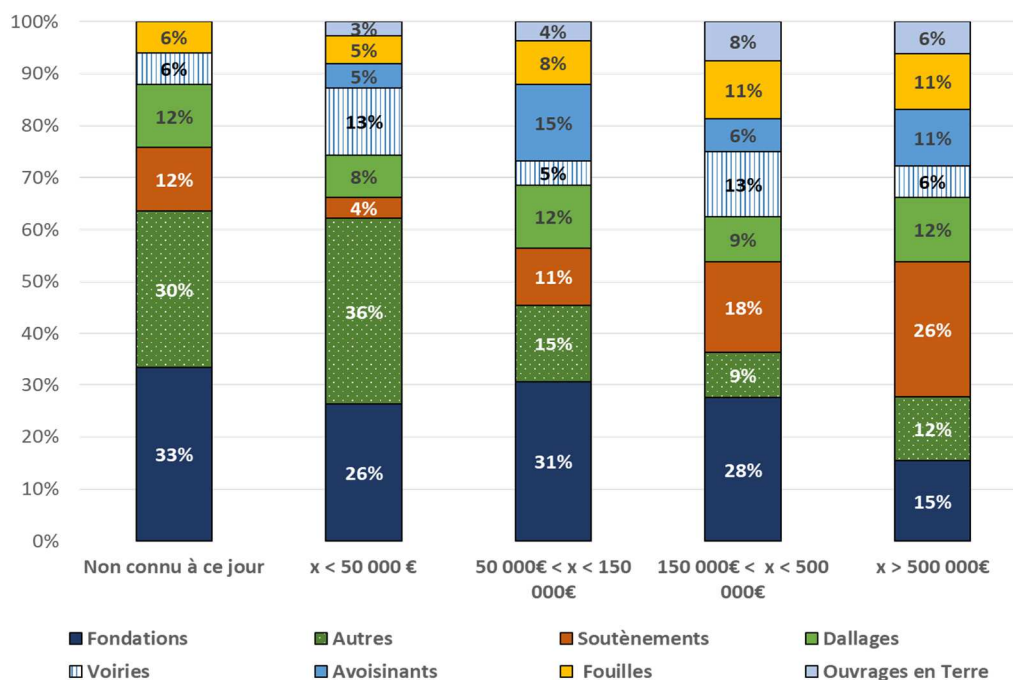


Figure 4 : Répartition des ouvrages sinistrés en fonction du quantum global du sinistre

3. Etude de la causalité des sinistres et responsabilité du géotechnicien

3.1. Démarche de l'enquête et généralités

L'enquête a défini 34 causes possibles (Tableau 1), regroupées en 5 grandes catégories.

Tableau 1. Liste des causes possibles de sinistralité

Famille de causes	Causes techniques à l'origine du sinistre	Symbole
Cause non géotechnique	Absence ou erreur dans les données d'entrée (sensibilité des avoisinants, descente de charge...)	NG1
	Autres	NG2
Investigations	Mauvaise identification d'ouvrages enterrés	I1
	Venue d'eau suite au mauvais rebouchage d'un forage	I2
	Erreur sur sondages ou essais	I3
	Erreur ou absence de positionnement ou de récolement (x,y,z)	I4
	Autres	I5
Mauvaise application NF P-94 500	Absence G2 PRO après G2 AVP	NF1
	Absence G2 DCE/ACT après G2 PRO	NF2
	Absence G3	NF3
	Absence G4	NF4
	Mission partielle	NF5
	Mission insuffisante ou avec des erreurs	NF6
	Autres	NF7
Conception	Programme d'investigations insuffisant	C1
	Mauvaise appréciation de l'interaction Projet/ZIG	C2
	Erreur dans le modèle géotechnique	C3
	Erreur de conception	C4
	Défaut d'alerte sur avoisinants	C5
	Effet des cavités, vides non détectés ou non pris en compte	C6
	Effet retrait-gonflement non pris en compte	C7
	Mauvaise appréciation du contexte hydrogéologique (nappes, perméabilité, débits...)	C8
	Modification du projet sans en avertir le géotechnicien	C9
	Défaut de conseil	C10
	Économie abusive	C11
	Autres	C12
Exécution	Prescriptions non respectées et/ou malfaçons	E1
	Techniques non adaptées	E2
	Erreur ou insuffisance des études d'exécution	E3
	Défaut de conseil	E4
	Dispositif de captage et de drainage inexistant ou insuffisant	E5
	Aléa géotechnique	E6
	Problème d'interface entre entreprises	E7
	Autres	E8

La Figure 5 montre l'importance relative des différentes familles de causes en nombres de sinistres.

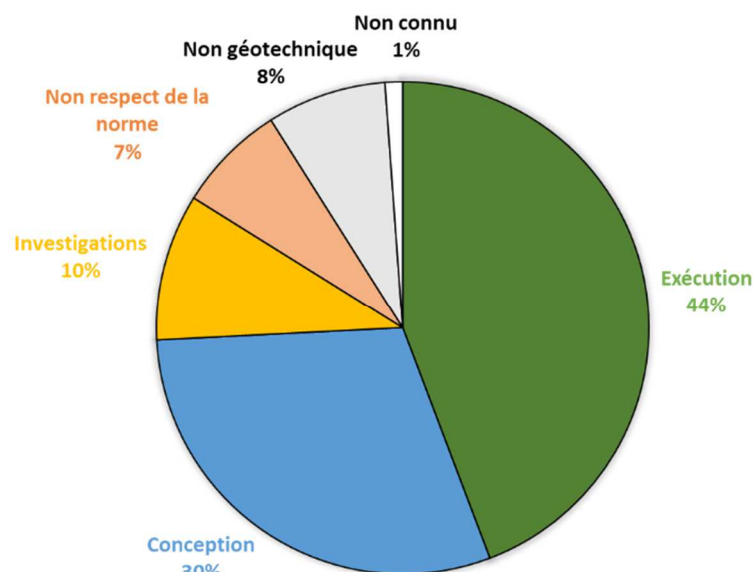


Figure 5 : Répartition des causes de sinistralité

Les problématiques d'exécution regroupent tous les sinistres survenus pendant la réalisation des ouvrages, celles de conception concernent les sinistres où les concepteurs sont à l'origine du sinistre (Maître d'œuvre et Bureau d'études), les causes liées aux investigations comprennent les dommages causés pendant les investigations (notamment percement de réseaux). Le non-respect de la norme se réfère à une mauvaise application de la norme NFP 94-500 (mission incomplète, manque d'enchaînement dans la réalisation des missions ...). Enfin, la partie non géotechnique concerne les sinistres dont la cause n'a pas de lien avec la géotechnique. Les quelques causes non connues concernent les sinistres dont la cause n'a toujours pas été déterminée à ce jour.

Ainsi, un peu moins de la moitié des sinistres est survenue suite à un problème d'exécution, et près d'un tiers des sinistres est lié à un problème de conception. Les sinistres survenus suite à un problème d'investigation, d'un non-respect de la norme ou d'une conséquence non géotechnique représentent chacun environ 10% dans la répartition des causes de sinistralité.

3.2. Causalité détaillée de la sinistralité

Il a été renseigné une cause principale et cause secondaire. Le faible nombre de renseignements concernant les causes secondaires nous a amené à traiter les causes principales uniquement.

Le diagramme présenté sur la Figure 6 donne une répartition plus détaillée des causes majeures de sinistralité. La partie nommée « Autres » regroupe donc toutes les causes détaillées non référencées dans le tableau de la figure.

Le diagramme permet de mettre en évidence que les erreurs d'exécution sont essentiellement liées à un non-respect d'une prescription ou à une malfaçon (cause E1).

Le détail des causes liées à la conception (30%) permet de déduire que 16% des sinistres sont survenus à cause d'un modèle géotechnique ou hydrogéologique insuffisant, y compris la définition de la ZIG - zone d'influence géotechnique (C2, C3, C5 et C8).

Les erreurs liées aux dimensionnements des ouvrages (C4) représentent 8% des sinistres, soit la moitié des erreurs sur les modèles + ZIG.

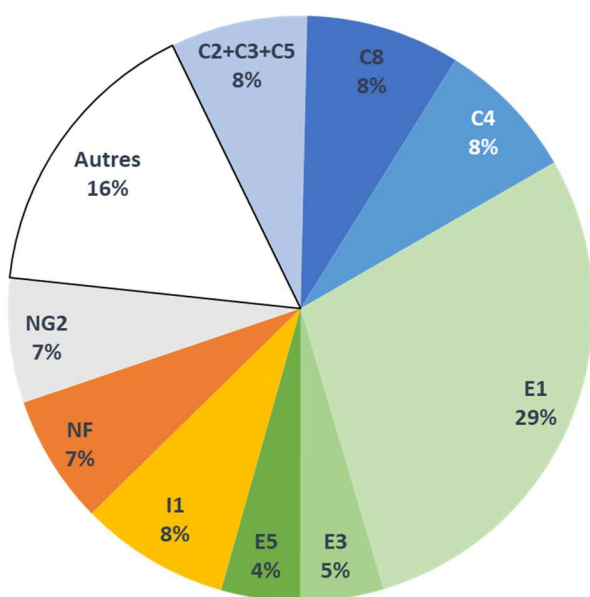


Figure 6 : Causes de sinistralité détaillées

Modèle géotechnique + ZIG	C2+C3+C5
Mauvaise appréciation du contexte hydro	C8
Erreur de conception	C4
Prescriptions non respectées et/ou malfaçons	E1
Erreur/insuffisance des études d'Exécution	E3
Captage et drainage insuffisants	E5
Ouvrages enterrés	I1
Absence G2 PRO, partielle ou insuffisante	NF
Cause non Géotechnique	NG2
Autres causes	Autres

En étudiant le degré de gravité des sinistres en fonction des causes de sinistralité, il ressort de la Figure 7 que, plus le sinistre est important, plus la part de la conception est importante. Les erreurs de conception impliquent donc une sinistralité conséquente sur les ouvrages de type soutènement, notamment suite à une mauvaise appréhension du contexte hydrogéologique ou géotechnique que l'on peut déduire de la Figure 6. De plus, les sinistres liés à un problème d'investigation correspondent presque à un quart des sinistres les moins graves, puis diminuent sensiblement pour les sinistres les plus importants.

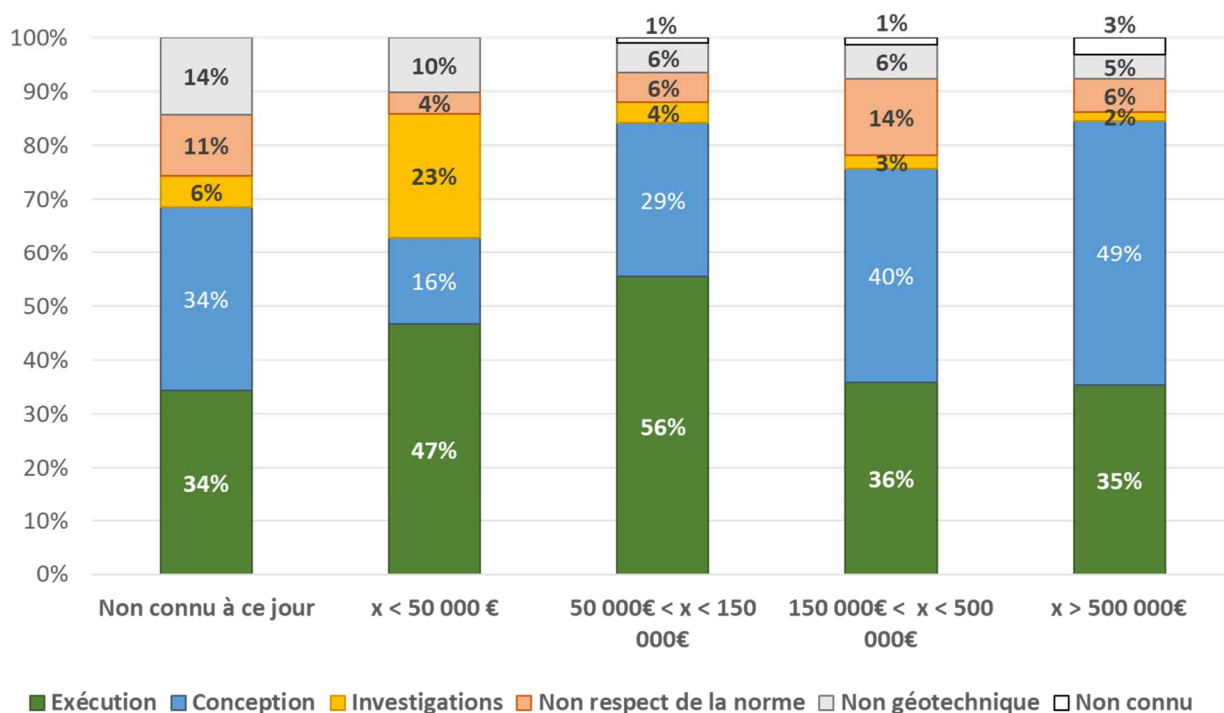


Figure 7 : Fréquence des causes en fonction du degré de gravité des sinistres

3.3. Responsabilité du géotechnicien

Le diagramme de la Figure 8 représente la part de responsabilité du géotechnicien par rapport au quantum global du sinistre. Dans plus de 73 % des cas, le géotechnicien n'est pas responsable du sinistre dans lequel il a été impliqué. Dans 90% des cas, sa part est inférieure à 25%. À l'opposé, le géotechnicien a été jugé responsable à 75% dans 5% des cas uniquement.

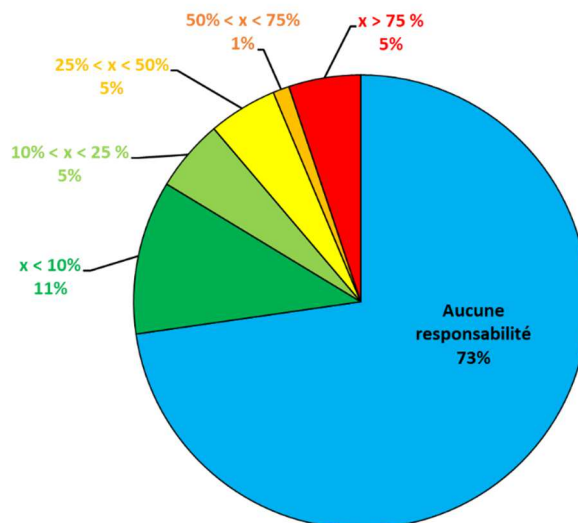


Figure 8 : Part de responsabilité du géotechnicien

Lors d'un sinistre, le géotechnicien est donc souvent mis en cause sans pour autant être jugé comme responsable. Ceci dénote d'une bonne maîtrise des risques mais engendre des coûts pour le suivi des sinistres pendant la procédure qui peut durer des années.

Le dernier diagramme de la Figure 9 indique le dernier type de la mission réalisée avant la survenance du sinistre.

La majorité des sinistres surviennent dans le cas où la dernière mission est de type G12 ou G2 AVP. Il en découle que, pour ces sinistres, les missions G2 PRO et G4 n'ont pas été réalisées à temps.

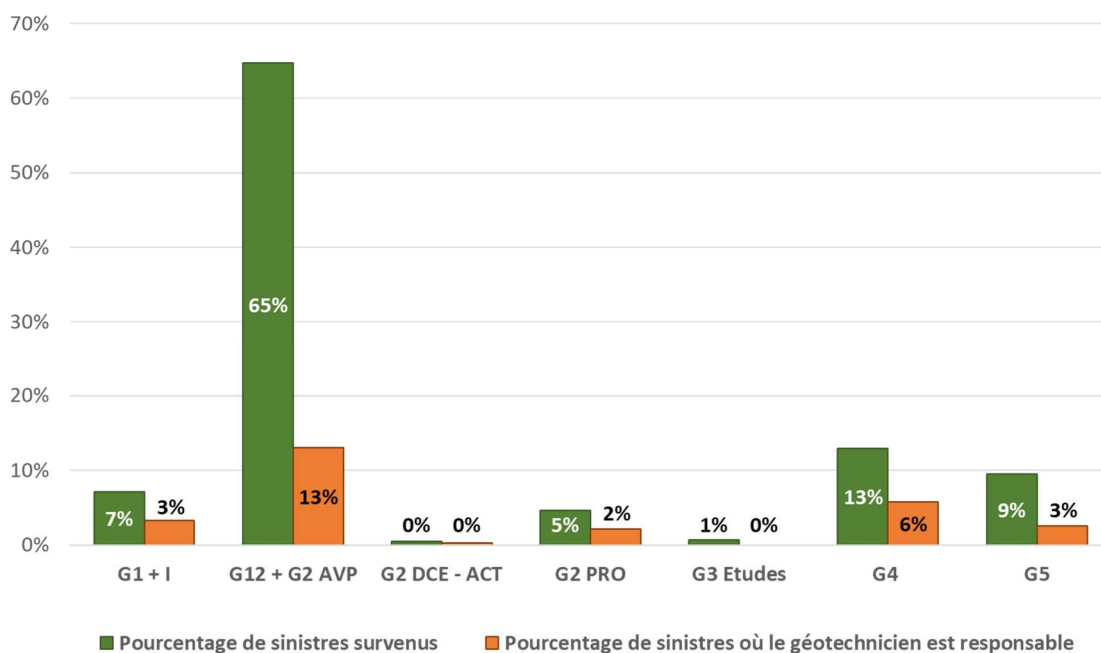


Figure 9 : Responsabilité du géotechnicien en fonction de la dernière mission réalisée

4. Conclusions de l'enquête

Bien que l'enquête menée sur la sinistralité en géotechnique ne soit pas exhaustive, il est possible d'en tirer quelques tendances, compte tenu du nombre significatif des dossiers analysés (450).

L'étude de la causalité a permis de déduire que la principale cause de sinistralité est liée à des erreurs d'exécution. Une des améliorations que l'on peut proposer est de réaliser des missions G4 complètes (phases supervision des études et des travaux).

La deuxième cause concerne les concepteurs et la précision sur le modèle géotechnique, hydrogéologique et la ZIG. Ces manques de précisions dans le modèle sont probablement liés à un manque de données ou à la non pertinence des données (mono-technique d'essais, peu d'essais en laboratoire, études hydrogéologiques sous-dimensionnés...)

L'enquête a également mis en évidence la particularité des ouvrages de soutènement, impliqués dans les plus gros sinistres. Il convient d'être très vigilant lors de la prescription ou le suivi de techniques de soutènements économiques ou à risque (voiles par passe par exemple) notamment en présence de mitoyens, de manque de cohésion des terrains ou de présence de nappes, même provisoires.

Enfin, l'enquête a révélé que des améliorations sont envisageables vis-à-vis des missions géotechniques. Un manque d'enchaînement des missions apparaît assez clairement. En effet, la majorité des sinistres surviennent alors que la dernière mission est de niveau G12 ou G2 AVP. Il est vivement recommandé de poursuivre le travail de conception dans les phases PRO, DCE et ACT puis d'enchaîner avec les G4 une fois le marché des travaux signé.