

Clé de quantification des risques sur les eaux souterraines – SONDES GÉOTHERMIQUES

 1. Quantification de l'exposition

EXPOSITION DES EAUX SOUTERRAINES		
	GENÈVE	CH
0	Hors aquifère	Hors aquifère
1	Bordure non saturée de nappe superficielle / temporaire ; Nappe temporaire ; Venues d'eau potentielles	
2	Nappe superficielle ; Bordure non saturée de nappe principale non exploitée pour l'alimentation en eau potable	Bordure non saturée d'un secteur Au
3	Nappe principale non exploitée pour l'alimentation en eau potable ; Bordure non saturée d'une nappe principale exploitée pour l'alimentation en eau potable ; Nappe profonde	Secteur Au ; Nappe profonde
4	Nappe principale exploitée pour l'alimentation en eau potable	Secteurs S et proximité

 2. Quantification de la probabilité

2.1. Phase TRAVAUX

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES TRAVAUX		
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ
Arrachement / cisaillement des installations	Arrachement/cisaillement du tubage dans le sol.	0 Hors zones instables
		1
		2 Dissolution de formations géologiques ; Hydratation de formations géologiques gonflantes ; Zone de glissement profond lent ou très lent
		3
		4 Zone de mouvement de sol permanent : - Glissement profond actif - Glissement superficiel actif
Artésianisme	Jaillissement d'eau sous pression lors du forage.	0 Absence de nappe ; Nappe libre
		1
		2 Nappe peu connue traversée
		3 Nappe en charge/captive
		4 Nappe artésienne
Colmatage de l'aquifère	Epanchement des fluides de forages dans l'aquifère, provoquant une diminution de la porosité/perméabilité, voire un colmatage de l'aquifère autour du conduit.	0 Absence d'aquifère ; Forage à l'air ; Forage à l'eau
		1 Forage aux polymères biodégradables
		2
		3 Forage à la bentonite ; Forage aux polymères non biodégradables ;
		4 Perte des ciments
Dégradation de la cimentation	Dégradation de la cimentation entre la (les) sonde(s) et les formations géologiques/hydrogéologiques encaissantes, portant atteinte sur la qualité de la nappe.	0
		1
		2
		3 Présence d'eau acide ; Sous-sol riche en sulfates
		4
Difficulté de cimentation / défaut d'étanchéité	Tubage du forage difficile à solidariser à l'encaissant (cavités, fractures...), provoquant une mauvaise cimentation entre la (les) sonde(s) et l'encaissant.	0
		1 Milieu poreux
		2 Glissement profond lent ou très lent ; Hydratation de formations géologiques gonflantes ; Milieu fissuré
		3 Dissolution de formations géologiques ; Milieu karstique ; Mouvement de sol permanent :
		4 Géologie incertaine ; Milieu artésien ; Venues de gaz ;
Dissolution de formations géologiques	Apport de fluide dans une formation géologique soluble.	0 Absence de formation géologique soluble (évaporitique)
		1
		2 Présence de formation géologique soluble
		3 Forage à la boue en présence de formation géologique soluble
		4 Forage à l'eau en présence de formation géologique soluble

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES TRAVAUX			
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ	
Effondrement / tassement superficiel	Effondrement du sol au droit du forage.	0	
		1	
		2	Présence de cavités souterraines (karsts)
		3	
		4	Lessivage de particules fines par circulation d'eau
Fuite de produits polluants sur la place de forage	Déversement accidentel de produits polluants en cours de forage.	0	
		1	
		2	Présence de produits polluants sur la place de forage
		3	
		4	Absence de bacs de rétention ou de zone étanche
Hydratation de formations géologiques gonflantes	Apport de fluide dans une formation géologique gonflante.	0	Absence de formation géologique gonflante
		1	
		2	Présence de formation géologique gonflante
		3	Forage à la boue en présence de formation géologique gonflante
		4	Forage à l'eau en présence de formation géologique gonflante
Imprévu géologique	Rencontre d'une formation géologique ou hydrogéologique inattendue.	0	
		1	
		2	Forage dans Tertiaire
		3	Forage dans le Mésozoïque ; Milieu fracturé/fissuré ; Milieu karstique ; Proximité d'une nappe d'eau souterraine
		4	Présence d'une nappe artésienne ; Présence d'une nappe captive
Introduction artificielle / pertes de fluides dans l'aquifère	Utilisation d'eau ou de boue comme fluide de forage, avec épanchement à travers les cavités, fissures ou pores de la formation encaissante / de l'aquifère, causant une atteinte à la qualité des eaux souterraines.	0	Absence d'aquifère
		1	
		2	Aquifère poreux
		3	Forage à la boue
		4	Aquifère fracturé/fissuré ; Aquifère karstique ; Forage à l'eau
Malfaçon du forage	Malfaçon accidentelle, et non par négligence humaine.	0	
		1	Suivi des travaux par un géologue/hydrogéologue
		2	
		3	Entreprise de forage non reconnue
		4	Absence de suivi par un géologue/hydrogéologue
Mise en communication de nappes	Création de chemins préférentiels de circulation des eaux entre différentes nappes.	0	Pas de nappes superposées
		1	
		2	Superposition de nappes libres
		3	Nappe inférieure captive ou artésienne
		4	Milieu traversé karstique ; Milieu traversé fissuré/fracturé
Mobilisation de radioéléments	Si la formation encaissante est composée d'éléments radioactifs, risque de mobilisation et de transport de ces éléments.	0	
		1	Forage dans le Quaternaire
		2	Forage dans le Tertiaire
		3	Forage dans le Mésozoïque ; Présence supposée de radon (c.f. cadastre)
		4	Forage dans le socle granitique ; Présence avérée de radon (c.f. cadastre)
Modification des conditions physico-chimiques du milieu	Utilisation de fluide de forage causant la précipitation d'éléments ainsi qu'une diminution de la perméabilité de l'aquifère.	0	
		1	
		2	
		3	Physico-chimie du milieu inconnue
		4	Milieu oxydant ; Milieu réducteur
Non tenue du trou de forage	Lorsque le forage traverse des formations géologiques non consolidées.	0	Forage tubé
		1	
		2	Forage à la boue
		3	Milieu fracturé/fissuré ; Milieu karstique
		4	Absence de tubage dans des terrains meubles
Percement du tubage	Dû à la corrosion, impliquant la fuite du fluide de forage ou caloporteur.	0	
		1	
		2	Milieu corrosif
		3	
		4	
Remontées d'hydrocarbures liquides	Percement de poches d'hydrocarbures liquides.	0	Forage dans le Quaternaire
		1	Forage au droit de sites pollués
		2	Forage dans le Tertiaire ; Milieu fracturé/fissuré
		3	Forage dans le Mésozoïque
		4	

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES TRAVAUX			
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ	
Venues de gaz	Percement de poches de gaz pouvant créer un danger d'explosion.	0	
		1	Forage dans le Quaternaire ; Forage au droit de sites pollués
		2	Forage dans le Tertiaire
		3	Forage dans le Mésozoïque ; Milieu fracturé/fissuré ; Présence supposée d'hydrocarbures gazeux
		4	Présence avérée d'hydrocarbures gazeux

2.2. Phase EXPLOITATION

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES TRAVAUX			
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ	
Arrachement / cisaillement des installations	Arrachement/cisaillement de la (des) sonde(s) dans le sol.	0	Hors zones instables
		1	
		2	Zone de glissement profond lent ou très lent ; Dissolution de formations géologiques ; Hydratation de formations géologiques gonflantes
		3	
		4	Gel des terrains ; Zone de mouvement de sol permanent : - Glissement profond actif - Glissement superficiel actif
Dégradation de la cimentation	Dégradation de la cimentation entre la (les) sonde(s) et les formations géologiques/hydrogéologiques encaissantes portant atteinte sur la qualité de la nappe.	0	
		1	Milieu peu corrosif
		2	
		3	Milieu corrosif
		4	
Dissolution de formations géologiques	Apport de fluide dans une formation géologique soluble.	0	Absence de formation géologique soluble (évaporitique)
		1	
		2	Présence de formation géologique soluble
		3	
		4	
Fuite du fluide caloporteur	Fuite du fluide caloporteur au niveau de la (des) sonde(s).	0	
		1	
		2	Présence de cavités ; Présence de formations géologiques gonflantes
		3	Mouvement de sol permanent : - Glissement profond actif - Glissement superficiel actif
		4	
Gel des terrains	Gel des terrains autour de la (des) sonde(s).	0	
		1	
		2	
		3	Absence de dimensionnement (choix du fluide caloporteur, estimation de la consommation thermiques, etc.) ; Utilisation de la (des) sonde(s) pour sécher les radiers
		4	
Hydratation de formations géologiques gonflantes	Apport de fluide dans une formation géologique gonflante.	0	Absence de formation géologique gonflante
		1	
		2	Présence de formation géologique gonflante
		3	
		4	
Mise en communication de nappes	Création de chemins préférentiels de circulation des eaux entre différentes nappes.	0	Pas de nappes superposées
		1	Milieu peu corrosif
		2	Superposition de nappe libre
		3	Milieu corrosif ; Mouvement de sol permanent : - Glissement profond actif - Glissement superficiel actif Nappe inférieure captive ou artésienne
		4	
Modification significative de l'équilibre thermique du milieu	Interactions thermiques entre les différentes installations géothermiques voisines, générant une dérive de la température dans le sous-sol.	0	
		1	
		2	
		3	Absence de considération des installations géothermiques voisines
		4	

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES TRAVAUX		
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ
Remontées d'hydrocarbures liquides	Venues d'hydrocarbures liquides en lien avec un défaut de cimentation de la (des) sonde(s).	0 Forage dans le Quaternaire
		1 Forage au droit de sites pollués
		2 Forage dans le Tertiaire ; Milieu fracturé/fissuré
		3 Forage dans le Mésozoïque
		4
Venues de gaz	Venues d'hydrocarbures gazeux en lien avec un défaut de cimentation de la (des) sonde(s).	0
		1 Forage dans le Quaternaire ; Forage au droit de sites pollués
		2 Forage dans le Tertiaire
		3 Forage dans le Mésozoïque ; Milieu fracturé/fissuré ; Présence supposée d'hydrocarbures gazeux
		4 Présence avérée d'hydrocarbures gazeux

2.3. Phase DÉMANTÈLEMENT

SONDES GÉOTHERMIQUES – CLÉ DE QUANTIFICATION DES RISQUES DÉMANTÈLEMENT		
RISQUE	DESCRIPTION	PROBABILITÉ
Dégradation des ciments	Dégradation de la cimentation entre la (les) sonde(s) et les formations géologiques/hydrogéologiques encaissantes portant atteinte sur la qualité de la nappe.	0
		1 Milieu peu corrosif
		2 Nappe traversée
		3 Milieu corrosif
		4
Mise en communication de nappes	Création de chemins préférentiels de circulation des eaux entre différentes nappes.	0 Pas de nappes superposées
		1 Milieu peu corrosif
		2 Superposition de nappe libre
		3 Milieu corrosif ; Mouvement de sol permanent : - Glissement profond actif - Glissement superficiel actif
		4 Nappe inférieure captive ou artésienne

3. Calcul du niveau de risque

		ECHELLE D'EXPOSITION				
		0 NON APPLICABLE	1 MINEURE	2 MODÉRÉE	3 IMPORTANTE	4 MAJEURE
ECHELLE DE FRÉQUENCE	0 NON APPLICABLE	0	0	0	0	0
	1 IMPROBABLE	0	1	2	3	4
	2 PEU PROBABLE	0	2	4	6	8
	3 PROBABLE	0	3	6	9	12
	4 TRÈS PROBABLE	0	4	8	12	16

ECHELLE DU NIVEAU DE RISQUE	
Non applicable	0
Risque acceptable	1-3
Risque modéré	4-6
Risque important	8-9
Risque majeur	12-16