

IV Recommandations techniques pour la réalisation d'une analyse hydrogéologique approfondie dans le cadre de l'étude d'impact

Préambule

L'exploitation de carrières en contexte hydrogéologique sensible est susceptible de fragiliser les ressources en eau souterraines, en particulier :

- en présence d'enjeux d'exploitation actuelle ou future en particulier pour l'AEP
- quand l'aquifère concerné présente une vulnérabilité intrinsèque particulière,
- en cas d'exposition à des sources de pollutions liées au projet ou extérieure à celui-ci,
- lorsque la ressource est concernée par des tensions ou des contraintes d'exploitation, sur le plan quantitatif.

L'extraction de matériaux dans le sol et le sous-sol induit de profondes transformations sur les milieux aquifères pour lesquelles il n'existe en général pas de compensations possibles notamment :

- la suppression des couches superficielles les plus filtrantes du sol et du sous sol
- la réduction, voire la suppression de la hauteur de la zone non saturée au-dessus du niveau de la nappe
- des pertes d'eau non négligeables par évaporation lorsque la nappe est mise à nu
- la modification locale du niveau de la nappe autour du site en cas d'extraction en eau

Les incidences potentielles de ces modifications du milieu sur l'eau sont notamment :

- une migration plus rapide des polluants vers les nappes, diminuant d'autant les possibles processus de rétention/dégradation,
- une modification du contexte hydrogéologique local: assèchement de sols humides, de puits, de captages, accentuation des conditions d'étiage de cours d'eau, aggravation d'un déficit quantitatif de la nappe..

Les sources de pollution potentielles auxquelles la ressource en eau se trouve exposée dans le cadre d'un projet de carrière peuvent être dues à l'exploitation de la carrière, aux activités anthropiques pratiquées à proximité du projet, ou encore aux activités anthropiques pratiquées au droit du projet au terme de la remise en état.

Les principales sources potentielles de pollution liées au projet sont les suivantes:

- stockage et utilisation d'hydrocarbures sur le site;
- stockage et utilisation de floculant;
- mise en remblai de boues floculées

Les principales sources de pollution dans le cadre de la remise en état sont les suivantes ;

- accueil et mise en remblai de matériaux extérieurs dans le cadre de la remise en état.
- activités polluantes pratiquées au droit du site après sa remise en état.

Une étude hydrogéologique approfondie devra permettre de vérifier si des mesures de gestion adaptées sont de nature à réduire suffisamment les risques identifiés au regard des enjeux liés aux ressources en eau souterraines en présence. **Cadrage général et proportionnalité**

L'emprise de l'étude hydrogéologique doit être largement supérieure à celle du projet et définie en fonction du contexte hydrogéologique local, afin de bien cerner les impacts du projet.

L'étude sera proportionnée aux enjeux et à la sensibilité du contexte hydrogéologique. L'estimation des enjeux liées à la ressource en eau souterraine, comprend notamment la prise en compte de l'exploitation AEP actuelle mais aussi le potentiel d'exploitation futur, l'identification du caractère stratégique pour l'eau potable, l'existence de tensions quantitatives ou de mesures de restauration qualitatives.

Un projet de carrière ou d'extension de carrière, envisageant une exploitation directe de la formation hydrogéologique correspondant à une ressource stratégique pour l'AEP, d'un captage pour l'AEP - ou d'une formation géologique en continuité hydraulique avec celle-ci - a vocation à être examiné de manière particulièrement poussée.

Les relations entre eaux souterraines et milieux superficiels associés (cours d'eau zones humides...) peuvent constituer également des enjeux à ne pas négliger.

En aucun cas l'absence de périmètre de protection de captage d'eau potable, ou l'absence de zone de sauvegarde, à proximité ou au droit du projet ne pourront être considérés comme suffisants pour justifier l'absence d'enjeux vis-à-vis de la ressource en eau souterraine.

B) Description de l'état initial

L'étude doit contenir, a minima, en fonction des données existantes et des investigations complémentaires à entreprendre éventuellement, les éléments suivants :

1- Géologie :

L'analyse de la géologie de l'aquifère doit poser les bases de l'analyse hydrogéologique, (lithostartigraphie, analyse structurale, nature et position du substratum, nature des formations de couverture). Elle sera illustrée par des cartes et coupes interprétatives et alimentée par des résultats d'investigations propres au site (Prospections de terrain, sondages, forages, géophysique...).

2 - Hydrogéologie :

Le volet hydrogéologique de l'étude doit permettre notamment dans le cadre de l'état initial de comprendre le système hydrogéologique, Il doit s'attacher en particulier à déterminer les éventuels aquifères en présence et les caractériser :

- type et nature d'aquifères (libre, captif, alluvionnaire, fissuré, karstique...),
- caractéristiques de l'aquifère et paramètres hydrodynamiques (par exemple : épaisseurs de la zone saturée, perméabilité, coefficient d'emmagasinement, vitesses d'écoulement...),
- analyse des enjeux liés aux ressources en eau souterraine concernées par le projet,
- piézométrie locale en hautes eaux et basses eaux, à partir de données récentes et en nombre suffisant, propres à l'étude. Organisation des écoulements de la ou des nappes d'eau souterraine, en périodes de hautes et basses eaux et éventuelles relations nappe/rivière ou avec les nappes éventuelles contenues dans les formations géologiques encaissantes. Relation avec les sites d'exploitation pour l'AEP.
- en cas d'enjeux AEP réalisation de traçages afin de préciser les relations entre le site d'exploitation et la zone de production des captages AEP.
- suivi piézométrique de la nappe au droit du site sur au moins un cycle hydrologique complet et si possible incluant une période de hautes eaux. Analyse critique des résultats acquis et de la qualité des chroniques, Fréquences des mesures adaptée au fonctionnement de la nappe. Détermination du

niveau des plus hautes eaux connues en exploitant si nécessaire des chroniques historiques longues proches du site.

- qualité des eaux souterraines (évaluée si possible à l'aide des données existantes ou à acquérir nécessairement dans le cadre de l'étude). Analyse des enjeux liés à la qualité des eaux et à l'objectif de « bon état » quantitatif et chimique des eaux souterraines fixé par la directive cadre sur l'eau (DCE)
- analyse de la vulnérabilité de la nappe
- usages actuels et futurs et gestion de la ressource en eau souterraine dans le secteur du projet
Niveaux d'exploitation
- interrelation entre les eaux souterraines et les eaux superficielles, les zones humides.

L'étude doit citer précisément les références bibliographiques sur lesquelles elle s'appuie et les sources des données utilisées

C) *Éléments techniques à prendre en compte dans l'analyse des impacts et la définition des mesures à prendre*

L'analyse des impacts du projet doit prendre en compte les caractéristiques du projet dans toutes ses composantes et de son lieu d'implantation sur un périmètre d'étude adapté.

Elle portera sur les aspects quantitatifs et qualitatifs.

En cas d'enjeu quantitatif fort, une évaluation de l'effet de la carrière sur l'alimentation de la nappe sera à conduire. La quantification de la réduction (remblaiement) et/ou de l'augmentation (recharge artificielle) d'apports d'eau pour la recharge devra être abordée.

Dans le cas d'un projet d'exploitation nécessitant la mise en œuvre d'un pompage dans la nappe, l'étude devra faire l'objet d'une estimation des débits prélevés, des incidences en phase d'exploitation sur la piézométrie, et sur les usages ainsi que, en cas de tensions identifiées localement, de la compatibilité avec les plans de gestion existants (Volumes maximum prélevables notamment).

Des propositions par rapport aux actions à mettre en œuvre en phase d'exploitation, en cas d'activation de mesures en lien avec la gestion d'épisodes de sécheresse, devront être fournies au dossier. (par exemple : arrêt d'arrosage des pistes, arrêt de lavage des engins...).

Sur les aspects qualitatifs seront abordés les conséquences de la suppression de la couche filtrante superficielle, la modification du fond géochimique notamment en phase de remblaiement, l'apport de matières en suspension, la caractérisation du risque de pollution en phase d'exploitation et dans le cadre de la gestion de l'après carrière ;

Les modalités de gestion d'une pollution accidentelle et le plan d'alerte à déployer en phase d'exploitation seront développés.

Les effets de la carrière sur les interactions eaux souterraines, eaux superficielles, zones humides seront examinés.

En milieu alluvionnaire, il convient de préserver une épaisseur résiduelle de matériaux en place entre le niveau des Plus Hautes Eaux Connues de la nappe (PHEC) et la cote du fond de fouille, afin de limiter l'impact d'une pollution accidentelle ou diffuse, en particulier en phase d'exploitation mais aussi après la remise en état du site. Des règles sur la profondeur maximale d'extraction au-dessus du toit de la nappe seront à étudier à chaque fois en fonction des contextes hydrogéologiques locaux et de la nature des matériaux alluvionnaires en place pour conserver une capacité de filtration suffisante.

L'analyse du contexte et des impacts du projet devront permettre de justifier les choix arrêtés pour le réaménagement et la gestion de l'après carrière.

Il devra être démontré que l'activité de la carrière ne dégrade pas la ressource en eau souterraine et en particulier son potentiel pour l'exploitation l'AEP actuelle et future, mais aussi pour les autres usages, et ce tant durant la phase d'exploitation qu'au terme du réaménagement. Dans le cas de renouvellements/extension, le bilan du suivi des impacts de la phase initialement autorisée de la carrière sur la ressource sera établi et contribuera à l'analyse.

Dans le cas d'une carrière en eau, l'étude d'impact doit, de plus, comporter une évaluation des risques de perturbation hydraulique des écoulements souterrains, pendant l'exploitation et après la fin de l'exploitation.

Les enjeux AEP qu'ils concernent les ouvrages d'exploitation actuels ou potentiels pour le futur feront l'objet d'une analyse approfondie tant sur les aspects qualitatifs que quantitatifs, y compris quand le projet de carrière se situe en dehors des périmètres de protection réglementaires, mais en zone d'alimentation de captages existants ou futurs.

Dans le cas de captages AEP, les arrêtés définissant les périmètres de protection rapproché et éloigné peuvent avoir imposé des dispositions visant directement l'activité extractive. Ces éléments seront pris en compte.

Dans le cas d'une sensibilité forte ou d'enjeux majeurs, l'étude pourra s'appuyer utilement sur la mise en œuvre d'un outil de modélisation hydrogéologique d'écoulement et/ou de transport de polluant.

Des propositions devront être fournies pour la mise en œuvre d'un suivi sur le long terme de la ressource en eau souterraine susceptible d'être impactée par le projet.

D) Cas particulier des aquifères karstiques

Les aquifères karstiques présentent un fonctionnement très particulier, en raison d'une structure et d'une organisation des écoulements, qui se traduisent par l'absence de continuité hydraulique entre tous les vides parcourus par l'eau, de forts contrastes de perméabilités, une forte variabilité spatiale et temporelle des propriétés physiques et hydrauliques, ainsi que des écoulements rapides et turbulents. Ils sont aussi très vulnérables aux pollutions du fait du faible rôle filtrant de la zone d'infiltration, du faible effet de la dispersion et de la dilution lié à l'organisation des écoulements, et des temps de séjour courts limitant les processus épuratoires.

Cette complexité du milieu karstique doit être prise en compte de façon appropriée, par des méthodes qui diffèrent notablement de celles appliquées aux aquifères poreux et fissurés. Dans ce type de contexte, l'étude d'impact devra prévoir d'intégrer les outils de l'hydrogéologie karstique, pour bien caractériser le milieu, et préciser les relations hydrauliques, avec la ressource en eau souterraine et notamment les captages AEP, les zones de sauvegardes ou les sources environnantes.

Dans les milieux karstiques, les écoulements ne peuvent être décrits par la loi de Darcy. Les observations en forages sont en général sans rapport avec les caractéristiques d'ensemble de l'aquifère, la notion de piézométrie est à manier avec précaution en raison des fréquentes compartimentations et de la possible superpositions de drains sans connexion entre eux présentant des charges hydrauliques différentes (en dehors de la zone noyée). Les cartes piézométriques ne permettent donc pas de décrire les écoulements souterrains et leur organisation.

La protection d'une ressource en eau en milieu karstique passe par la compréhension du fonctionnement du système karstique auquel elle est associée, au sein de la formation aquifère à laquelle il appartient.

Afin de décrire l'organisation des écoulements souterrains, l'étude d'impact dans ce type de milieu devra s'appuyer à la fois sur des méthodes de terrain (géologie structurale, litho-stratigraphie, inventaire des phénomènes karstiques, géomorphologie, traçage artificiels...), sur la réalisation de coupes interprétatives et blocs diagrammes 3D, sur le positionnement des données hydrologiques liées au karst (sources pérennes, temporaires, indices de zone noyée, existence ou non de pertes au niveau des cours d'eau...), ainsi que sur l'analyse de données de débit et de géochimie recueillies au niveau des exutoires.

Les méthodes de l'hydrogéologie karstiques sont décrites de façon détaillée dans plusieurs guides auxquels il conviendra de se référer :

- Guide technique n° 3 : Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Juin 1999.

- Guide méthodologique. Les outils de l'hydrogéologie karstique pour la caractérisation de la structure et du fonctionnement des systèmes karstiques et l'évaluation de leur ressource. BRGM RP-58237-FR. Mars 2010.

- Cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères karstiques. Guide méthodologique de la méthode PaPRIKa. BRGM RP-57527-FR, Octobre 2009,

E) **Remise en état du site, remblaiement et activités post exploitation**

La remise en état d'un site en fin d'exploitation n'impose pas nécessairement le remblaiement. Si ce choix est l'option retenue dans le cadre du dossier d'autorisation, le pétitionnaire devra justifier que les objectifs de moyens et de résultats qu'il propose permettent de s'assurer qu'ils sont de nature à garantir la préservation des ressources en eau souterraines. Une vigilance particulière est appelée en cas d'enjeux AEP. ou en cas d'exploitation en eau.

Seuls les matériaux inertes (au sens de l'article R541-8 du code de l'environnement) pourront être employés pour le remblaiement ou la couverture de la carrière, de manière à ne pas générer de pollution. Ils respectent les critères, les conditions d'acceptation et de remblaiement fixées par l'arrêté ministériel du 22/09/1994 modifié. Des conditions particulières renforcées prévues dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale de chaque projet peuvent aussi être prescrites par l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Les conditions d'acceptation de ces matériaux inertes et en particulier les matériaux inertes extérieurs au site d'exploitation devront garantir l'absence de risques de pollution pour les eaux souterraines. Ces derniers feront l'objet d'une procédure d'acceptation préalable définie précisément par l'arrêté préfectoral d'autorisation de la carrière.

Dans le cas où le remblaiement se situe en périmètre de captage d'eau potable ou en zone de sauvegarde pour l'eau potable, ou fait suite à une exploitation en eau, cette procédure pourra être renforcée, afin de garantir la qualité des matériaux mis en œuvre. Dans ce cas les matériaux naturels seront privilégiés en excluant :

- les matériaux de nature hétérogène nécessitant un tri avant mise en place, comme les matériaux inertes issus du terrassement ou de déchets du BTP
- les enrobés bitumineux
- les ballasts de voie
- les déchets inertes provenant du process d'ICPE autres que des carrières
- les matériaux naturels issus de terres contaminées
- les matériaux naturels non compatibles avec le fond géochimique local

Ainsi, une procédure renforcée d'acceptation préalable pourra, le cas échéant, nécessiter de procéder à des essais ou des analyses préalables spécifiques. L'exploitant est incité à réaliser des contrôles sur la qualité des déchets réceptionnés.

Le remblaiement devra s'attacher à garantir une bonne protection de la nappe, sans pour autant être préjudiciable à la recharge.

Le projet de remise en état proposé dans le cadre de la demande d'autorisation environnementale devra être compatible avec les enjeux identifiés vis-à-vis des eaux souterraines. En cas d'enjeux forts liés à l'AEP (périmètre de protection de captage ou zone de sauvegarde), il pourra être fait appel à des leviers fonciers (servitudes, obligation réelles environnementales, cahier des charges environnementaux, clauses particulières dans les actes de vente...) pour garantir la compatibilité des usages futurs des terrains réaménagés avec ces enjeux.