

ENTREPRISE COSTE FRERES SA (12)

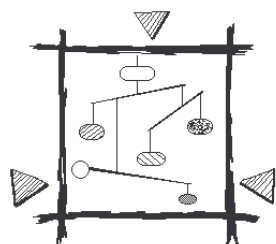
**ÉTUDE HYGROGÉOLOGIQUE POUR L'OUVERTURE D'UN
CET DE CLASSE 3**

LIEU-DIT CRASSOUS

COMMUNE DE SAINT-AFFRIQUE (AVEYRON)

RAPPORT CALLIGEE CARRIERE SEDIM T05-12061

N° rév	Rédaction	Visa	Vérification	Visa	Approbation	Visa	Date application
1	Yann PENHOUE		Christophe SUBIAS				Décembre 2005



1 - SOMMAIRE

1 - Sommaire.....	2
2 – Introduction	3
3 – Contextes géologique et hydrogéologique	4
3.1 – Contexte géologique	4
3.1.1 – Géomorphologie.....	4
3.1.2 – Géologie et tectonique locale.....	4
3.2 – Hydrogéologie.....	5
3.2.1 – Hydrographie.....	5
3.2.2 – Contexte hydrogéologique	5
➤ Généralités sur les aquifères karstiques.....	5
➤ Vulnérabilité des aquifères karstiques	7
➤ Contexte hydrogéologique du secteur d'étude	7
➤ Usages de l'eau	8
4 – Opération de traçage	9
4.1 – Objectifs	9
4.2 – Généralités	9
4.3 – Traceur utilisé	10
4.4 – Déroulement de l'injection.....	10
4.5 – Points de suivi de la restitution.....	10
4.6 – suivi des debits et pluviométrie	11
4.7 – Résultats.....	11
5 – Conclusion.....	13
5.1 – Données du projet	13
5.2 – rappel de la réglementation concernant les CET de classe III	13
5.3 – rappel sur les données de traçage.....	14
5.4 – Conclusions et perspectives	15
Figures	17

Liste des figures et des tableaux :

Figure 1 : Coupe géologique interprétative d'après la carte géologique au 1/50 000° n°935 (Millau).

Figure 2 : Hydrographie et bassins versants du secteur étudié au 1/25 000° (d'après les cartes IGN n°2441 E et 2 541 O).

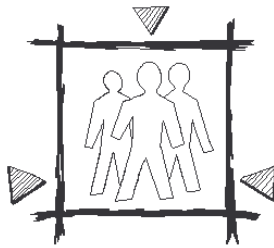
Figure 3 : Situation du point d'injection et cavité découverte lors de la réalisation de la fosse.

Figure 4 : Injection de fluorescéine le 23/11/2005 à 12 h.

Figure 5 : Courbe de restitution de la fluorescéine à la source de Nougayrolles et évolution des précipitations et de la turbidité.

Tableau 1 : Résultats du traçage.

Tableau 2 : Comparaison de dilution des substances de lixiviation et des critères de potabilité à la source de Nougayrolles.



2 – INTRODUCTION

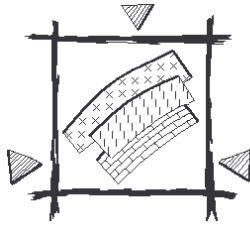
A la demande et pour le compte de la société COSTE FRERES SA (SAINT-AFFRIQUE, 12), la société **CALLIGEE SUD-OUEST** (LABEGE, 31) est intervenue au mois de novembre 2005 sur le territoire de la commune de SAINT-AFFRIQUE (12) dans le cadre du réaménagement de la carrière au hameau de Crassous et de sa future exploitation en CET de classe 3 (déchets inertes)

La mission consistait à :

- préciser la géologie du secteur,
- préciser l'hydrogéologie et les écoulements des eaux d'infiltration à partir de la carrière,
- évaluer les impacts d'un CET de classe 3 sur les eaux souterraines.

La chronologie de l'étude a été réalisée suivant **3 phases** :

- le recueil des données d'études effectuées sur le secteur et pouvant intéresser le projet,
- une opération de traçage par injection de colorant à partir de la carrière et suivi de sources aux points définis d'après la phase 1,
- une synthèse de l'ensemble des résultats obtenus dans l'optique de l'exploitation d'un CET de classe 3.



3 – CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

3.1 – CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.1.1 – Géomorphologie

La carrière de Crassous s'inscrit dans l'avant-causse liasique appelé Causse de Saint Affrique. Il est découpé par la Sorgue laissant apparaître les terrains Permien sous-jacents (marnes lie-de-vin). La géomorphologie du site se présente sous la forme de plateaux séparés par de profondes vallées entaillant les causses carbonatés. La surface des plateaux présente de nombreuses combes sèches et dépressions circulaires appelées dolines.

3.1.2 – Géologie et tectonique locale

Les plateaux sont constitués le plus souvent de roches calcaires et de niveaux marneux. Localement le secteur de Crassous est formé par des dolomies et des calcaires répartis sur plusieurs niveaux stratigraphiques.

La détermination des faciès lithologiques, et leur attribution géochronologique sont faites en référence aux cartes et aux notices des cartes géologiques au 1/50 000 n° 934 (Réquista) et 935 (Millau).

- **Dolomies et calcaires dolomitiques de l'Hettangien.** Ce sont des dolomies de teinte grise à grains très fins. Des intercalations marneuses de quelques décimètres d'épaisseur sont présentes au sein de cette formation. L'épaisseur de l'Hettangien atteint une centaine de mètres. Cette formation est observable au fond de la carrière et a été exploitée sur sa partie superficielle.
- **Calcaires et dolomies du Sinémurien.** Ils représentent la partie haute du Causse de Crassous et reposent sur les calcaires de l'Hettangien avec un léger pendage vers l'Est. La carrière de Crassous a exploité cette formation sur une épaisseur d'environ 30 m. Il s'agit de dolomies brunes. On recense sur le plateau la présence de « poches d'argiles » rouges, anciennes cavités karstiques colmatées.

Le modelé du secteur (modelé karstique) forme des dolines, dépressions circulaires formées par la dissolution de la roche calcaire par les eaux d'infiltration.

Sur le terrain on remarque que la carrière est située en bout d'une petite vallée sèche de direction WNW-ESE. Elle se prolonge jusqu'à la route départementale et est dans l'alignement avec la source de Nougayrolles en contrebas.

Au fond de la carrière, on remarque également la présence d'une fracturation reprenant cet alignement (voir **figure 3**).

La coupe schématique a été réalisée selon cette direction WNW-ESE, de l'extrémité Ouest de la carrière jusqu'au ruisseau de Nougayrolles (**figure 1**).

3.2 – HYDROGEOLOGIE

3.2.1 – Hydrographie

Le plateau est drainé par plusieurs petits cours d'eau pérennes ou temporaires répartissant les eaux vers le Tarn au Nord et vers le Dourdou au Sud, lui-même affluent du Tarn (**figure 2**).

A l'Ouest du hameau de Crassous, le ruisseau le Len est alimenté par une source à une distance d'environ 1 100 m de la carrière. Il se jette dans le Dourdou quasiment à la confluence avec le Tarn.

Au Nord de la zone étudiée, de nombreuses vallées sèches se rassemblent sur la commune de Saint-Rome-de-Tarn. A ce point une source alimente en eau potable la commune (distance d'environ 4.5 km). Le ruisseau de Lévelac se jette dans le Tarn à Saint-Rome-de-Tarn.

A l'Est du hameau, le plateau est profondément entaillé par le ravin de Nougayrolles au fond duquel s'écoule un ruisseau. Il se jette dans la Sorgue, rivière se jetant elle-même dans le Dourdou à l'Ouest de Saint-Affrique.

3.2.2 – Contexte hydrogéologique

➤ Généralités sur les aquifères karstiques

Les roches carbonatées, qui au départ ne possèdent pas une forte porosité, peuvent devenir des aquifères (*) à la suite d'actions physico-chimiques.

Ce processus dynamique, appelé **karstification**, est lié à la capacité des minéraux composant les roches carbonatées (calcite et dolomite) à se solubiliser en présence de gaz carbonique transporté par l'eau.

Il engendre une propriété caractéristique des massifs karstiques qui est l'organisation des écoulements souterrains de l'amont vers l'aval, analogue à celle des réseaux hydrographiques de surface.

Cette organisation entraîne un drainage progressif des eaux vers un nombre restreint de sources voire même vers un exutoire unique. L'unité de référence est alors le **système karstique**, défini par A. MANGIN comme une unité de drainage.

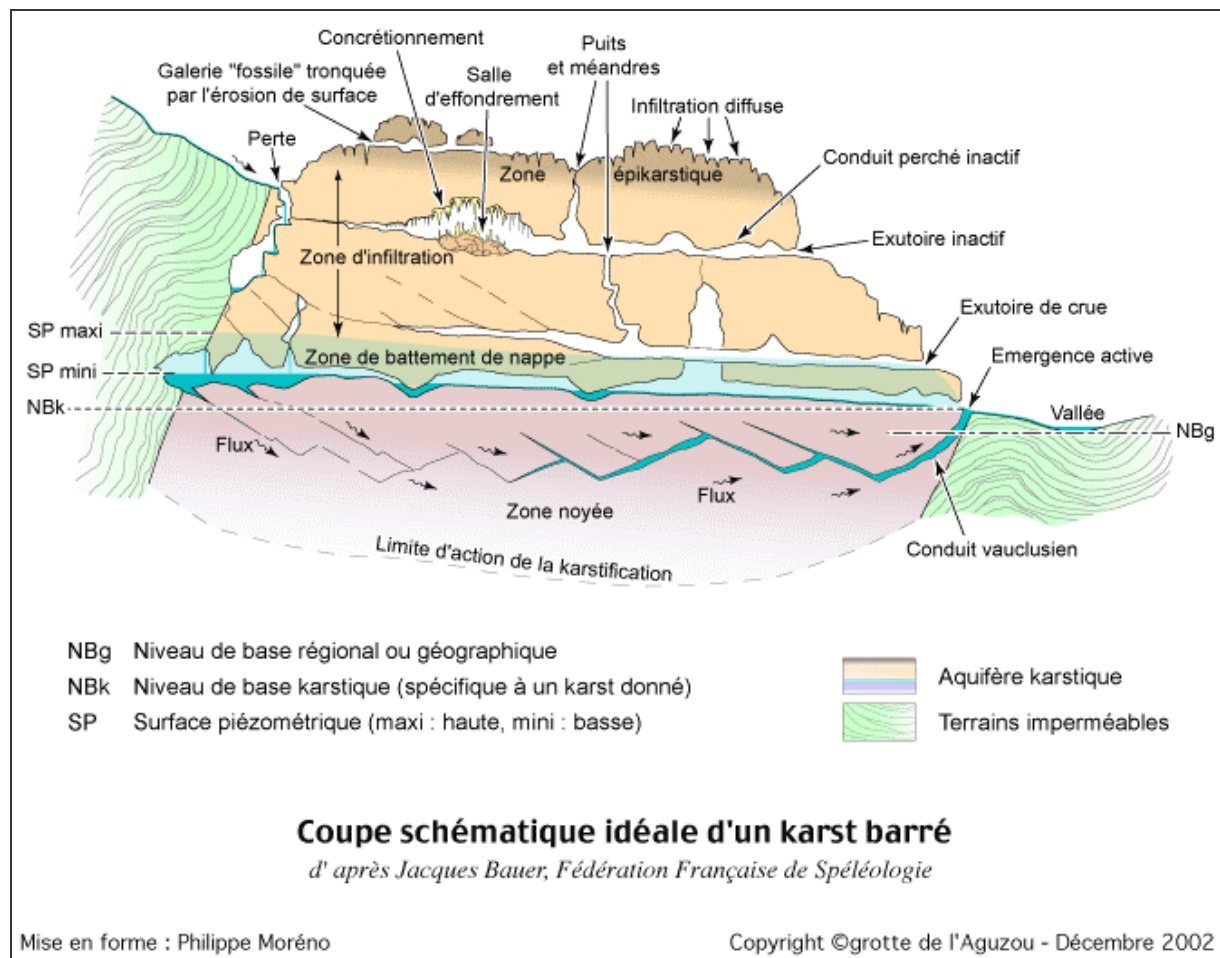
Le développement des réseaux karstiques est un processus en perpétuelle évolution au cours du temps. Ce degré d'évolution est conditionné par :

- **l'énergie de karstification** dépendant de paramètres tels que les précipitations, le débit des pertes, la disponibilité en CO₂ la différence de potentiel hydraulique entre les points hauts et le niveau de base (rivière),
- **l'état de la structure** interne du massif (importance de la fracturation, degré de porosité, lithologie)

(*) un aquifère est une roche perméable capable de stocker l'eau souterraine, permettant son captage en quantité appréciable

Le système karstique peut être décomposé en plusieurs sous-systèmes (**figure 5**) :

- **la zone d'infiltration** qui représente la partie non saturée de l'aquifère assurant l'écoulement des eaux d'infiltration en profondeur. Ces eaux peuvent être temporairement retenues dans des structures proches de la surface et retarder ainsi les infiltrations (zone **épikarstique**),
- **la zone noyée** composée de l'**axe de drainage** (ou drain) où les écoulements se font très rapidement vers l'exutoire principal et les Systèmes Annexes au Drainage (SAD) constitués de vides individualisés. Il constitue les principales réserves de la zone noyée et sont mal connectées avec le drain.



Ainsi, on considère qu'il n'existe pas qu'un seul type de karst mais une infinité en fonction de leur degré d'évolution, de leur structure mais aussi de leur fonctionnalité (organisation des vides et des écoulements).

➤ **Vulnérabilité des aquifères karstiques**

A cause du caractère rapide et non filtrant des écoulements, les aquifères karstiques sont très vulnérables aux pollutions de toutes sortes.

Trois phénomènes peuvent modérer cette forte vulnérabilité du karst (A. LALLEMAND BARRES – J-C ROUX) :

- **l'autoépuration** qui peut exister dans la partie superficielle du karst et la zone noyée (couverture plus ou moins perméable et dans la zone noyée, colmatage),
- **le transit** d'une pollution qui va être fonction du degré d'organisation du drainage du système karstique mais aussi de la position de la source de pollution par rapport au drain et à ses systèmes annexes,
- **la forte dilution** du polluant dans la zone noyée.

Les systèmes les plus vulnérables seront donc les systèmes bien karstifiés, avec infiltration rapide des écoulements et une zone noyée de faible ampleur. Ces systèmes sont donc sujets à des pollutions brutales, de courte durée avec de fortes teneurs.

La connaissance de la structure et de la vulnérabilité des systèmes karstiques peut être approché par la réalisation de traçage hydrogéologique (voir §suivant).

➤ **Contexte hydrogéologique du secteur d'étude**

Les aquifères rencontrés dans ce secteur sont essentiellement de type karstique.

L'Hettangien et le Sinémurien sont en grande partie dolomitisés. La dolomite moins soluble que le calcaire limite la karstification dans ces formations. L'eau s'infiltre par des fissures de la roche et crée des conduits de petites dimensions ayant un rôle régularisateur dans le débit des sources.

Ici l'aquifère principal est représenté par le Sinémurien. Le pendage de cette formation de 5° vers l'Est amène l'interstrate Sinémurien/Hettangien à 540 m d'altitude environ dans le ravin de Nougayrolles, c'est-à-dire au point de sortie de la source (voir schéma). Le débit est d'environ 5 l/s.

La source de Saint-Rome-de-Tarn sourd à l'interstrate entre le Lias inférieur (Hettangien) et le Trias moyen (grès et marnes). Le débit varie de 5 à 25 l/s (source BRGM). L'altitude est d'environ 455 m.

La source du Len, à l'Ouest de la carrière, sourd à une altitude d'environ 600 m au sein des calcaires dolomitiques de l'Hettangien.

La **figure n°2** précise les bassins supposés d'alimentation des différentes sources. Ils correspondent donc à une unité de drainage ou système karstique. L'alimentation se fait principalement par les pluies efficaces s'infiltrant sur l'ensemble du Causse.

A partir des zones d'infiltration, la circulation des eaux souterraines est conditionnée par :

- **les niveaux de bases** représentés par les cours d'eau (le Tarn au Nord et le Dourdou au sud),
- **les structures tectoniques et lithologiques** qui peuvent compartimenter l'aquifère principal en sous-systèmes. Les niveaux imperméables intercalés dans les formations carbonatés peuvent être à l'origine de petits systèmes karstiques peu développés et souvent perchés alimentant des sources à faibles débits (source de Len).

Faute de données complémentaires (traçage), les limites des bassins d'alimentation ont été supposées. Un traçage effectué à partir de la décharge de Crassous précise les relations entre le secteur des Faydunes et la source de Taillade alimentant le ruisseau de Len (même si le faible taux de restitution indique la présence d'un autre exutoire ?).

Les résultats de ce traçage sont rassemblés dans le tableau suivant :

Date et lieu de l'injection	24 mars 2004 à la décharge de Crassous
Lieu de restitution	Source de Taillade
Taux de restitution et masse restituée	0.2 %, masse restituée : 2 g
Vitesse de première apparition et temps	13.9 m/h
Vitesse modale et temps	8.8 m/h
Dilution	$7.9.10^{-11} \text{ l}^{-1}$

Aucun traçage n'a été effectué dans le secteur Nord permettant de définir correctement le bassin d'alimentation de la source de Saint-Rome-de-Tarn.

➤ Usages de l'eau

La **source de Saint-Rome-de-Tarn** (Fontaine des Douzes) est captée en totalité pour l'eau potable. Les périmètres de protection de cette source ont été définis par un géologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique. Le périmètre de protection éloigné se limite au Sud par la RD 50 correspondant à la limite du bassin versant topographique.

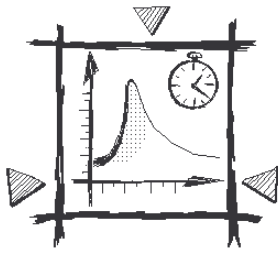
La ville de Saint-Affrique est alimentée par le captage des sources de Céré à 2800 m au Sud-Est du causse de Crassous.

Les **sources de Baldassé et de Nougayrolles** ont fait l'objet d'études par un géologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique (Mr REY). Il a défini les aires d'alimentation de ces sources et délimité les périmètres de protection en vue de leur possible captage pour l'eau potable, la réserve étant que les normes de potabilité soient respectées. Il s'est avéré qu'après analyse, la source de Nougayrolles est trop riche en fer. Le périmètre de protection éloigné de la source de Nougayrolles incluait le causse de Crassous et le hameau.

Aucun traçage n'avait été réalisé pour cette étude.

Aucun puits ou forage n'a été recensé sur la zone d'étude.

Aucun écoulement d'eau n'a été observé dans la carrière de Crassous. L'eau utilisée sur place provient du réseau communal d'alimentation en eau potable.



4 – OPERATION DE TRAÇAGE

4.1 – OBJECTIFS

La technique du traçage artificiel est couramment utilisée en hydrogéologie karstique pour vérifier l'existence d'une relation entre une perte et un ou plusieurs exutoires et préciser les limites de bassins d'alimentation des sources.

L'écoulement des eaux s'infiltrant au fond de la carrière n'est pas connu. Il a donc été décidé de réaliser une opération de traçage à partir du fond de la carrière, point bas de la future décharge.

4.2 – GENERALITES

L'opération de traçage est facile à mettre en œuvre mais nécessite cependant de respecter certaines conditions, notamment :

- la masse de traceur injectée doit être suffisante pour que sa présence puisse être détectée à l'exutoire. Les limites de détection des laboratoires actuels sont cependant très faibles (de 0,1 à 0,2 µg/l),
- l'injection de colorant doit être instantanée (impulsion ou signal de Dirac) de manière à obtenir une réponse du système facilement interprétable,
- l'échantillonnage à la sortie du système karstique (source) doit être réalisé avec un pas de temps adapté pour établir les variations de concentration du traceur restitué en fonction du temps.

Les mesures de débits doivent être réalisées afin de calculer notamment le pourcentage de traceur restitué à chaque exutoire et à établir les courbes de DTS au sein du massif karstique.

L'interprétation des traçages permet alors d'obtenir des informations très intéressantes :

- sur la structure d'un système karstique si on s'intéresse au flux de traceur ayant transité par ce système (DTS),
- sur le transit de l'eau si on s'intéresse aux vitesses et aux temps de circulation de l'eau,
- sur la capacité de dilution du système.

Le traceur injecté ne va parcourir qu'une partie seulement du système karstique (appelé système-traçage). Les résultats que l'on obtiendra nous donneront donc des informations sur les modalités de transit de l'eau marquée et par conséquent sur la structure de la partie du système concerné par ce transit.

4.3 – TRACEUR UTILISE

Le traceur utilisé pour cette opération est la fluorescéine. La masse injectée est de 4 kg préalablement dissous dans 40 l d'eau.

Cette quantité a été choisie en fonction de l'éloignement des sources suivies et d'une étude réalisée sur la décharge de Crassous (masse injectée : 1 kg et très faible taux de restitution).

4.4 – DEROULEMENT DE L'INJECTION

Le point d'injection a été choisi au fond de la carrière au plus proche de la route communale. Une fosse, destinée à faciliter l'infiltration du traceur, a été réalisée à la pelle mécanique. Les dimensions sont : 5 m par 2 m, pour une profondeur de 50 cm environ.

Lors de la réalisation de la fosse, l'engin a mis au jour une cavité, colmatée par endroits par de l'argile rougeâtre (**figure 3**).

Avant l'injection de colorant, 10 m³ d'eau ont été infiltrés dans la fosse en 10 minutes. L'injection de 4 kg de fluorescéine préalablement diluée a eu lieu le 23/11/2005 à 12 h (**figure 4**). La fluorescéine a été poussée par 20 m³ d'eau. Le débit d'injection (60 m³/h) était absorbé en totalité par la cavité.

4.5 – POINTS DE SUIVI DE LA RESTITUTION

Le suivi a été effectué pendant deux semaines et sur 3 points en continu.

Au Nord, la source de Saint-Rome-de-Tarn a été équipée avec un préleveur automatique et autonome. En effet cette source est utilisée pour l'alimentation en eau potable de la commune. Le pas de temps utilisé était de 6 h pour les 24 premiers échantillons puis de 7 h pour les 24 suivants.

A l'Ouest, la source du Len a été suivie par des prélèvements automatiques. Le pas de temps utilisé est le même que celui de la source de Saint-Rome-de-Tarn.

Enfin, à l'Est, la source de Nougayrolles a été suivie par un fluorimètre de terrain type SCHNEGG avec un pas de mesure de 10 minutes et un préleveur automatique réglé sur les mêmes pas de temps que les sources précédemment citées.

Le fluorimètre est constitué d'une sonde que l'on plonge dans l'eau et d'un boîtier d'acquisition. Il a été préalablement étalonné à partir de mesures spectrofluorimétriques effectuées au Laboratoire d'analyse d'Orléans.

L'eau, grâce au courant naturel, transite à l'intérieur d'une chambre optique équipée de 4 lampes différentes et de 3 photodiodes. Les 4 lampes s'allument à tour de rôle ce qui permet de mesurer les tensions et par conséquent les concentrations de 3 traceurs différents ainsi que la turbidité et la température.

Il n'a pas été jugé nécessaire de suivre les sources de Baldassé puisqu'elles ne sont pas situées sur le même bassin versant topographique. De plus la source de Nougayrolles est située entre la décharge et les sources de Baldassé.

4.6 – SUIVI DES DEBITS ET PLUVIOMETRIE

Les débits de la source ont été estimés à partir de mesures ponctuelles effectuées au Micromoulinet. Le ruisseau étant non calibré et assez encombré, ces mesures sont assez délicates et donc attachées d'un pourcentage d'erreur (5%).

La pluviométrie a été suivie à partir de la station Météo France de Saint-Affrique (données journalières).

4.7 – RESULTATS

La période de surveillance (2 semaines) a permis d'observer la totalité de la restitution du traceur à la source de Nougayrolles (aucune restitution à Couriac et Saint-Rome-de-Tarn). Les résultats sont présentés sur la **figure 5**. Aucune restitution n'a été observée aux autres points de suivi.

Les débits de la source ont été mesurés à 5 l/s le 23/11/05 et à 10 l/s le 26/11/05. Ces valeurs ont été prises comme référence dans les calculs effectués sur dessous (notamment le pourcentage de restitution).

Les 3 jours précédents le jour de l'injection et le jour de l'injection, le temps était sec. Le 24/11/2005 un épisode pluvieux a été enregistré à Saint-Affrique (7 mm). Un deuxième épisode de 2 jours (du 28 au 30/11/2005) présente des précipitations cumulées de 7 mm environ. Enfin, un dernier épisode pluvieux a été enregistré pendant le suivi (du 02 au 05/12/2005, 14 mm environ au total) et a provoqué une augmentation du débit de la source de Nougayrolles (54 l/s mesuré le 08/12/2005).

Les premières traces de traceur fluorescent ont été détectées à la source de Nougayrolles 33 h après l'injection au fond de la carrière. Les concentrations enregistrées sont très importantes de telle sorte que le jour de collecte des échantillons (29/11/2005 à 16 h), la source était encore fortement colorée (voir **figure 6**). D'autre part la concentration maximale mesurée pour le traceur est importante (2,1 µg/l). Cette concentration est observée 56 h après l'injection du traceur.

Les vitesses observées sont élevées (27 m/h et 16 m/h). Le taux de restitution est important (80%). Il prouve la restitution quasi totale du traceur à un seul exutoire (source de Nougayrolles) et la faible absorption de ce colorant dans la zone non saturée du karst.

La dilution unitaire du traceur (concentration maximale restituée sur la masse injectée) est faible ($5,25 \cdot 10^{-7} \text{ l}^{-1}$). Cette dilution permet de simuler une pollution accidentelle qui pourrait survenir au niveau de la carrière dans les mêmes conditions hydrogéologiques que le traçage (hautes eaux). Ainsi pour le déversement de 10 kg de produits polluants miscibles à l'eau, la concentration maximale attendue à la source serait de l'ordre de **5.25 mg/l**. Les plus fortes concentrations s'étaleraient sur un délai de 3 jours.

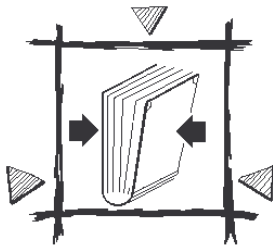
Le tableau 1 ci-dessous présente les résultats du traçage.

Lieu d'injection	Carrière de Crassous (aven)
Lieu de restitution	Source de Nougayrolles
Distance apparente	900 m
Masse injectée	4 kg
Masse restituée	3.17 kg
Taux de restitution	79.25 %
Temps	
Apparition du traceur	33 h
Temps modal	56 h
Durée de restitution	10.5 j environ
Vitesses	
Vitesse d'apparition	27 m/h
Vitesse modale	16 m/h
Concentrations et dilutions	
Concentration de départ	20 g/l
Concentration maximale	$2.1.10^{-3}$ g/l
Dilution minimale	$1.05.10^{-4}$
Dilution unitaire	$5.25.10^{-7}$ l ⁻¹

Tableau 1 : Résultats du traçage

Sur le graphique on remarque que la courbe de restitution du traceur présente les mêmes variations que la courbe de turbidité atteignant les 4 NTU au maximum. D'autre part, la source de Nougayrolles réagit rapidement aux précipitations survenant sur la causse.

Ce traçage confirme donc les relations entre la carrière de Crassous et la source de Nougayrolles. Il démontre le caractère très vulnérable du système karstique (présence d'infiltration préférentielle au fond de la carrière, zone fracturée et karstifiée, absence de recouvrement superficiel) et très sensible de la source de Nougayrolles face aux pollutions diverses.



5 – CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 – DONNEES DU PROJET

Le projet prévoit la création d'un CET de classe III à la carrière de Crassous. L'activité de cette carrière vient d'être autorisée pour les 30 années à venir.

Le projet de CET est mal défini quant à la nature des déchets à accueillir et le volume annuel à stocker.

Le site serait susceptible de stocker des déblais de chantiers routiers et de voirie et des déchets issus de la construction (plâtre, briques, parpaings...).

Le tonnage prévisionnel estimé serait de l'ordre de 300 m³ par semaine. Le CET accueillerait les déchets des cantons de Saint-Affrique et de Saint-Rome-de-Tarn. Le canton de Saint-Affrique regroupe 11 communes pour une population d'environ 11 800 habitants. Le canton de Saint-Rome-de-Tarn regroupe 8 communes pour 3 100 habitants environ.

L'exploitation se ferait par couches successives de déchets au fond de la carrière avec couverture par des terres de décapage issue de l'exploitation de la carrière.

5.2 – RAPPEL DE LA REGLEMENTATION CONCERNANT LES CET DE CLASSE III

La réglementation impose la définition claire des déchets à accueillir sur le site de stockage pour la classification du CET :

- **Stockage de type F** : plâtre, laine minérale, doublages plâtre, déchets de plaques de plâtre cartonnées, déchets de carreaux de plâtre, déchets industriels respectant les seuils d'admission en décharge de type F ;
- **Stockage de type H** : déblais de terrassement et terres non polluées, en mélange avec un maximum de 20 % de déchets inertes provenant du bâtiment, d'ouvrages d'art et de génie civil. Sont tolérés les déchets de plâtre sous forme d'enduits et les déchets de béton armés ;
- **Stockage de type G** : déchets minéraux inertes de matériaux de construction. Déchets minéraux inertes provenant de la déconstruction des bâtiments et des ouvrages ne contenant aucun déchet dangereux et une part infime de déchets issus du second oeuvre. Ces déchets (essentiellement des DIB) tolérés sont des déchets qui, à la source, sont étroitement liés à des déchets minéraux et qui ne peuvent donc être séparés dans des conditions techniques et économiques, voire sanitaires,

acceptables (ex. : enduits bitumineux, plâtres en enduits, colles amiantées, peintures en oeuvre exceptées les peintures au plomb,...). Sont également acceptés les déchets d'armatures (acier) non extraites des bétons. Déchets industriels les seuils d'admission en décharge de type G.

Un CET de classe III nécessite dans tous les cas un contrôle rigoureux des déchets à l'entrée du site de stockage (pesée, bordereau de suivi attestant de la conformité des matériaux, nature des déchets). En cas de doute sur la nature des déchets, une confirmation du caractère inerte des déchets doit être demandée. Pour ces déchets, un essai de percolation (mesure du potentiel polluant pour les paramètres inorganiques) doit être réalisé.

Pour le type F, la zone d'exploitation doit faire l'objet d'une couverture hebdomadaire pour limiter l'émission de poussière de plâtre.

Quelques dispositions sont à prendre dans le cadre de l'ouverture d'un site de stockage :

- limiter les bruits pendant l'exploitation,
- chemin d'accès au site compatible avec le trafic journalier attendu sur le site,
- garantir la propreté des voies publiques,
- limiter les émissions de poussières (arrosage régulier des pistes),
- débroussaillage des abords de la zone de stockage pour prévenir les incendies,
- tenir à jour un plan d'exploitation de l'installation de stockage côté en plan et altitude,
- exploitation en tranches successives et par zones peu étendues pour limiter la superficie soumise à la pluie en cours d'exploitation,
- accès à la zone de stockage limité et contrôlé (clôtures sur tout le pourtour, portails fermant à clé).

5.3 – RAPPEL SUR LES DONNEES DE TRAÇAGE

La carrière de Crassous est inscrite dans le bassin d'alimentation de la source de Nougayrolles comme l'a clairement démontré le traçage hydrogéologique.

La vulnérabilité de l'aquifère karstique concerné est très importante. Les couches superficielles ont été décapées et apparaissent fracturées (présence d'une zone de karstification). L'injection a été réalisée dans un aven dégagé lors de la réalisation de la fosse d'injection.

La sensibilité de la source aux pollutions est très importante. Le traçage a montré des temps de transit rapides (temps modal de 56 h) et de faibles dilutions (dilution minimale de $1.05.10^{-4}$).

5.4 – CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

D'après les essais de percolation sur les déchets inertes, les normes de potabilité de l'eau et les résultats obtenus sur le traçage, le tableau 2 ci-dessous présente les teneurs des lixiviats produits par ce type de centre de stockage.

Les valeurs à la source sont données à titre indicatif puisqu'on considère une restitution à 100 % des matières polluantes dans la source de Nougayrolles.			
Substance	Lixiviats (en g/l)	Dilution à la source (d'après le traçage) (g/l)	Normes de potabilité (en g/l)
Aluminium	1.10^{-3}	$1.05.10^{-7}$	
Arsenic	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	1.10^{-5}
Baryum	5.10^{-4}	$5.25.10^{-8}$	7.10^{-4}
Plomb	1.10^{-4}	$1.05.10^{-8}$	1.10^{-5}
Cadmium	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	5.10^{-6}
Chrome III	5.10^{-5}	$5.25.10^{-9}$	5.10^{-5}
Chrome VI	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	
Cobalt	5.10^{-5}	$5.25.10^{-9}$	
Cuivre	2.10^{-4}	$2.1.10^{-8}$	2.10^{-3}
Nickel	2.10^{-4}	$2.1.10^{-8}$	2.10^{-5}
Mercure	5.10^{-6}	$5.25.10^{-10}$	1.10^{-6}
Zinc	1.10^{-3}	$1.05.10^{-7}$	5.10^{-3}
Etain	2.10^{-4}	$2.1.10^{-8}$	
Ammoniac/ammonium	5.10^{-4}	$5.25.10^{-8}$	
Cyanures	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	5.10^{-5}
Fluorures	1.10^{-3}	$1.05.10^{-7}$	
Nitrites	1.10^{-4}	$1.05.10^{-8}$	5.10^{-4}
Sulfites	1.10^{-4}	$1.05.10^{-8}$	
Sulfures	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	
Phosphates	1.10^{-3}	$1.05.10^{-7}$	
Carbone organique dissous (DOC)	2.10^{-2}	$2.1.10^{-6}$	
Hydrocarbures	5.10^{-4}	$5.25.10^{-8}$	1.10^{-3}
Composés organochlorés, lipophiles, peu volatils	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	
Solvants chlorés	1.10^{-5}	$1.05.10^{-9}$	

Tableau 2 : Comparaison de dilution des substances de lixiviation et des critères de potabilité à la source de Nougayrolles.

D'après les essais de percolation réalisés dans ce type de déchets et la dilution de la fluorescéine observée lors du traçage, aucune substance produite par la lixiviation et intervenant dans les critères de mesure de la potabilité de l'eau ne dépasserait la concentration limite.

Il convient toutefois d'émettre quelques réserves :

- le bilan ne tient pas compte de la turbidité (limite de potabilité 0.5 NFU). Or, lors du traçage la source est apparue très réactive aux précipitations avec des valeurs de NFU enregistrées jusqu'à 20.
- Les analyses d'eau brute de la source ne sont pas connues pour ces paramètres.
- Les analyses effectuées en 1978 concluaient à une non-potabilité de la source de Nougayrolles (taux de fer supérieur à la norme).

Dans le cas où la commune de Saint-Affrique souhaiterait conserver la source de Nougayrolles comme ressource pour l'eau potable, il sera nécessaire d'appliquer une imperméabilisation totale au fond de la carrière. Les déchets devront être strictement contrôlés à l'entrée du site. Il conviendra d'appliquer les recommandations énoncées dans les études préalables pour la mise en place des périmètres de protection de la source.

Dans le cas où la source de Nougayrolles ne constitue pas une ressource de secours pour la commune de Saint-Affrique, il apparaît que :

- l'imperméabilisation du fond de la carrière n'apparaît pas nécessaire,
- au vu, des turbidités importantes et de la faible dilution, un géotextile posé en fond de CET permettrait de filtrer les lixiviats et de limiter l'impact sur la source et le milieu aquatique,
- les déchets devront être strictement contrôlés à l'entrée du site.

FIGURES

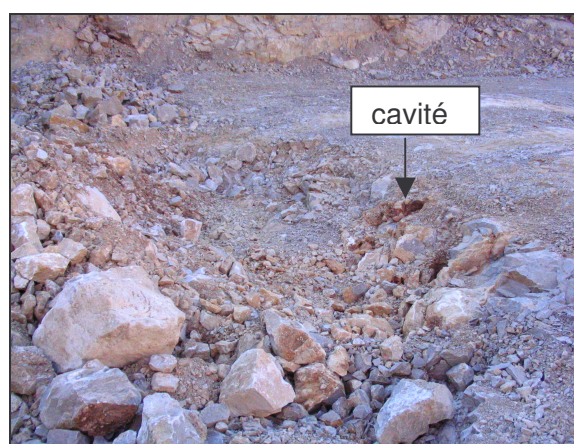
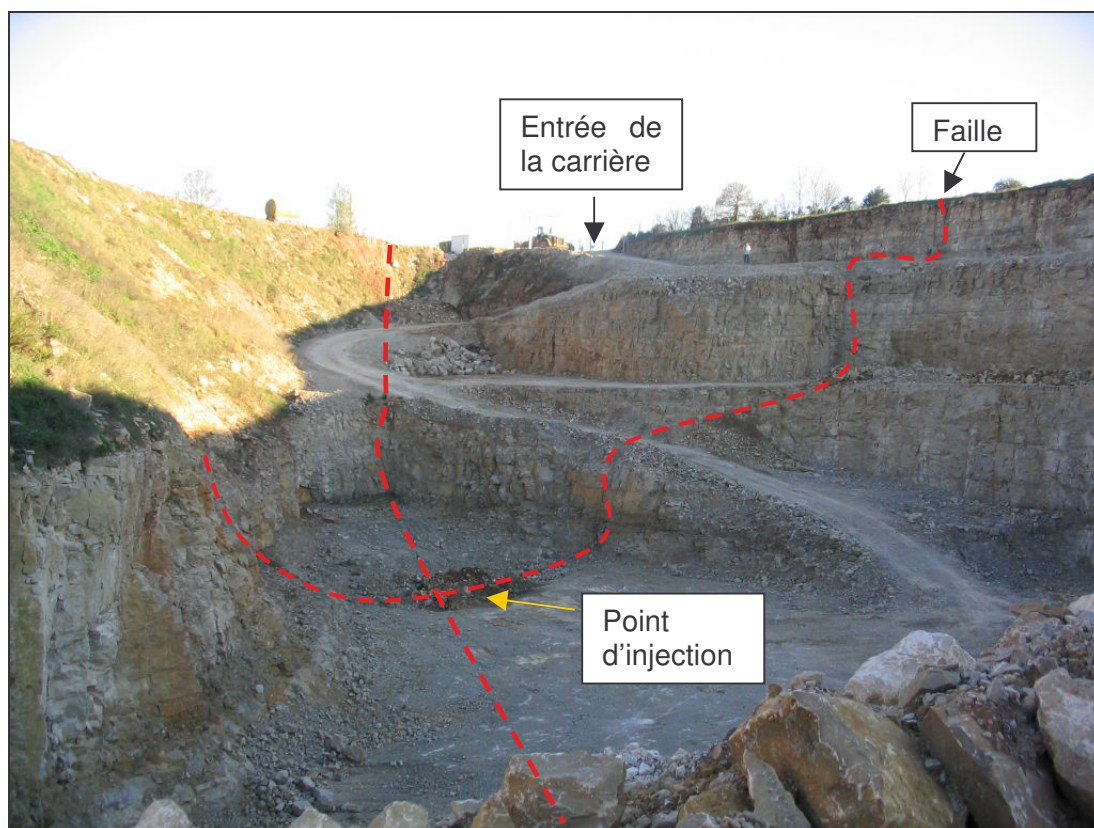


Figure 3 : Situation du point d'injection et cavité découverte lors de la réalisation de la fosse.



Figure 4 : Injection de fluorescéine le 23/11/2005 à 12 h

