

INVENTAIRE DES PHENOMENES KARSTIQUES ET DES EXPERIENCES DE TRACAGE

DOGGER DE LORRAINE-SECTEUR BASSIN FERRIFERE-RUPT-DE-MAD

L'aquifère calcaire du Dogger affleure sur 3500 km² du Sud de Charleville-Mézières au Sud de Neufchâteau.

Il est largement exploitée par de nombreuses collectivités lorraines pour leur alimentation en eau. Il a donc été désigné comme réserve souterraine d'intérêt majeur par le S.D.A.G.E. du bassin Rhin-Meuse.

Pourtant, cet aquifère est doublement perturbé dans son fonctionnement et péjoré en terme de qualité :

- naturellement par sa nature karstique plus ou moins affirmée selon les secteurs ;
- artificiellement par l'incidence des travaux miniers.

Afin d'être à même de conduire des actions de préservation ou de restauration de la qualité de la ressource, il importe de distinguer les zones les plus perturbées, les plus vulnérables, et de délimiter les bassins d'alimentation des différents exutoires de la nappe.

Pour cela, la connaissance de la nature et du positionnement des différents phénomènes karstiques, celle des directions, sens et vitesse d'écoulement des eaux déduites des expériences de traçages, constitue un support indispensable.

I. Objet du rapport

Par convention notifiée le 22/01/1998 entre l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) et le Centre d'Etudes Géographiques de l'Université de Metz (CEGUM), il a été convenu de dresser l'inventaire des phénomènes karstiques affectant les terrains calcaires du Dogger, de reprendre les expériences de traçage réalisées, et de constituer ainsi une base de données permettant la mise en mémoire de ces dernières sur support informatique.

En raison des problèmes posés par l'arrêt des exhaustes et l'ennoyage des travaux miniers du Bassin ferrifère, il a été décidé dans un premier temps d'orienter les investigations sur la partie nord de l'aquifère.

Les travaux ont donc porté sur le secteur géographique limité au Nord par le front de la Côte de Moselle, le long de la frontière belgo-luxembourgeoise ; au Sud par la vallée du Rupt-de-Mad ; à l'Ouest par la limite de recouvrement des calcaires bajociens par les formations marno-argileuses du Bathonien ; et à l'Est par le front de la Côte de Moselle.

II. Méthodologie

Les travaux se sont déroulés en trois phases :

- conception et mise au point de l'outil de saisie et de restitution de l'information ;
- recherche de l'information ;
- saisie et restitution de l'information.

A) Conception et mise au point de l'outil de saisie et de restitution de l'information

Sur la base des travaux déjà réalisés par les groupements spéléologiques lorrains, en propre ou par convention avec l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM, 1983 ; AERM, inédit), les types de phénomènes karstiques rencontrés ont été définis (cf. annexe IA). Un figuré, adapté de la symbolique mise au point par le BRGM (Paloc, 1964 ; Trimmel et Audetat, 1966 ; Fabre et al., 1978) a été conçu (cf. annexe 1 B).

Les descripteurs de l'information « phénomènes karstiques/Traçages » ont été listés et affinés lors des 8 réunions de pilotage de l'étude associant l'Agence (L. Cadilhac, puis D. Gras, puis F. Lapuyade) et le CEGUM (P. Gamez, F. Caramelle et D. François). Ces descripteurs forment le corps de la base de données présentée sous forme de deux fichiers synthétiques (cf. annexe 4) :

- fichier « inventaire des phénomènes karstiques » ;
- fichier « traçage ».

B) recherche de l'information

Elle s'est faite entre novembre 1997 et septembre 1998 par dépouillement bibliographique, prospection et vérifications de terrain.

1) Bibliographie

La recherche des sources bibliographiques (cf. annexe 3) s'est faite selon 3 axes. En premier lieu, le fond documentaire spéléologique rassemblé par la Ligue Lorraine de Spéléologie (Scapoli, 1996). Seuls deux bulletins régionaux, « Le Cairn » (Bulletin du Spéléo-Club de Metz) et « Spéléo L » (Bulletin de la Lispel) concernent le secteur étudié.

En second lieu, le fond documentaire de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, a fourni un lot important d'études hydrologiques et hydrogéologiques, le plus souvent réalisées à son initiative par des bureaux d'études ou par des services en charge des problèmes d'eau et d'aménagement du territoire : BRGM, CEGUM, DDASS, DIREN etc . . .

Concernant les phénomènes karstiques proprement dits, on retrouve souvent les mêmes références, les auteurs reprenant parfois sans discernement des leçons fautive ou obsolètes, et trop fréquemment sans citation de source. Une exception notoire est celles des « fiches d'inventaires karstiques » réalisées par contrats passés entre l'Agence et le Spéléo-Club de Metz : information détaillée, souvent inédite et généralement de qualité. C'est un apport précieux qui a été systématiquement signalé dans le champ « Bibliographie » des fiches concernées.

L'accès direct à l'origine des rapports ou études s'est le plus souvent soldé par une fin de non-recevoir de la part des services concernés : la prégnance actuelle des problèmes d'hydrologie minière du bassin de Briey-Longwy l'explique probablement. Signalons donc le caractère exceptionnel de l'aide apportée par les services de la DDASS 57 (M. Hamon), DDASS 54 (M. Vanier), DDE de Briey (M. Benaud) et de l'Espace Archives du Groupe Sacilor (Mme Legrand).

En troisième lieu, quelques articles, publiés par des géologues, des hydrogéologues et des morphologues dans des revues spécialisées et à diffusion limitée, complètent ce corpus livresque. Leurs informations sont parfois vieilles, les localisations imprécises, mais elles peuvent guider la recherche de terrain ou rappeler l'existence de phénomènes aujourd'hui effacés par les interventions humaines.

On y ajoutera l'exploitation des cartes géologiques et hydrogéologiques couvrant le secteur d'étude (Maubeuge, 1959, 1960, 1964, 1969, 1976, 1977, 1979, Bellorini et al., 1982). L'imprécision affectant le type et la localisation des phénomènes karstiques mentionnés, ajoutée aux erreurs manifestes d'impression que nulle publication ultérieure ne vient amender, incite à manier ces documents avec précaution.

Il est vrai toutefois qu'en karstologie comme en hydrologie, les phénomènes sont parfois évolutifs dans le temps et mobiles dans l'espace. De surcroît, les formes karstiques de surface (exokarst) sont souvent considérées comme des gênes pour certaines activités humaines, l'agriculture en particulier. Nombreux sont donc les phénomènes karstiques signalés dont l'existence ne peut être guère mise en doute, mais qui :

- soit ont été effacés des paysages par différentes opérations d'aménagement du territoire ;
- soit ont naturellement évolué, se déplaçant ou passant d'un type morphologique à un autre ;
- soit ont changé, naturellement ou sous le coup d'interventions humaines, de fonction hydrologique.

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, la bibliographie présentée en annexe 3, et arrêtée à la date du 30 septembre 1998, ne peut être considérée comme exhaustive. De même, le descriptif proposé dans les fiches d'inventaire correspond à l'état morphologique ou au mode de fonctionnement hydrologique 1997-1 998 des phénomènes cités.

2) Prospections et vérifications de terrain

Les prospections de terrain, individuelles ou menées en partenariat avec la section spéléologique de l'Union sportive du Bassin de Longwy (USBL Spéléo), ont permis d'accroître significativement le stock de nos connaissances brutes, et de préciser ou vérifier l'exactitude d'une partie de l'information livresque.

Le tout a représenté 23 journées de terrain, concentrées pour des raisons évidentes de repérage, d'accès et de caractérisation hydrologique des phénomènes, à la période hivernale 1997-1998. On y ajoutera les travaux de recherche menés en collaboration avec l'Université Nancy 2 (professeur D. Harmand) dès l'hiver 1996-1997, dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de maîtrise en géographie physique (Caramelle, 1998) et d'un article de morphologie (Gamez, Harmand, Caramelle, 1999).

Il est rapidement apparu que les phénomènes karstiques du Pays-Haut pouvaient être classés en trois types génétiques :

- paléokarsts du calcaire affleurant, fossilisés par des remplissages métallifères et signalés dans la littérature comme d'anciennes minières de « fer fort » (Jacquot, 1849) ;

- karsts de contact lithostratigraphique peu représentés dans le secteur étudié, se localisant au contact d'une formation lithologique imperméable recouvrant le substratum calcaire ;
- karsts couverts s'ouvrant dans une formation lithologique semi-perméable peu épaisse et se développant dans le calcaire sous-jacent (Caramelle, 1998 ; Gamez et al., 1999).

C'est pourquoi la prospection de terrain a été principalement cantonnée aux secteurs affectés par les deux derniers dispositifs lithostructuraux mentionnés.

Dans le dernier cas cité, il est apparu que la karstogenèse était encore active. Nombreux sont les phénomènes qui évoluent morphologiquement et hydrologiquement, ou qui se forment sans relation avec d'éventuels désordres souterrains d'origine minière.

L'imprécision ou le caractère erroné de certains levés géologiques anciens ne permettent pas d'affirmer que tous les secteurs karstologiquement productifs ont été visités. De même, il n'a été procédé qu'à des sondages prospectifs sur les zones de libre affleurement des calcaires bajociens. Ceux-ci correspondent d'ailleurs aux secteurs est et nord de la zone concédée du Bassin ferrifère, la plus anciennement et la plus intensément exploitée. Les convergences de formes entre phénomènes miniers et karstiques y semblent fréquentes ; le véritable karst n'y semble pas très présent.

Pour toutes ces raisons, l'inventaire présenté ici ne saurait prétendre à l'exhaustivité.

3) Saisie de l'information

Les champs d'information définis ont été saisis :

- sur tableur Excel 5.0 et Access pour Windows, en ce qui concerne l'information bibliographique ;
- sur fiches cartonnées (cf. annexe 2) lors des prospections de terrain ; puis transférés sur tableur Excel 5.0 et Access pour Windows.

3a) Description de la fiche « inventaire des phénomènes karstiques »

Identification

Chaque phénomène karstique est affecté d'un numéro d'identification composé du code communal INSEE et d'un numéro d'ordre d'entrée dans la banque de données. Le numéro d'ordre est redoublé par un champ « N° ». Un champ est laissé disponible pour une attribution ultérieure d'un numéro d'identification BRGM, permettant l'intégration d'un phénomène dans la banque du sous-sol.

- Tous les phénomènes n'ont pas de dénomination d'usage. Le recours à la plus ancienne dénomination retrouvée (première publication) a été retenu en cas de pluralité. Les équivalences connues ou établies par recoupements divers ont été données dans le champ « Observations » (cf. infra).

La nature du phénomène est d'essence morphologique, combinée si nécessaire à sa fonction hydrologique . L'annexe la donne la définition des morphologies karstiques retenues, précise les modes de fonctionnement hydrologique signalés dans la littérature ou observés, et indique le croisement taxonomique réalisé.

L'existence d'une topographie du phénomène, publiée ou inédite, est indiquée. Ces topographies forment l'annexe 5.

Localisation

Chaque phénomène est localisé par commune, sur la base des limites fournies par les cartes topographiques de l'IGN au 1/25 000. Le nom et le code d'identification des cartes topographiques IGN au 1/25 000 sont donnés. Les coordonnées géographiques de localisation du phénomène (x, y, z) ont été acquises ou révisées en système Lambert I figurant sur les cartes topographiques IGN à l'échelle du 1/25 000. Elles ont été ensuite converties en système Lambert II étendu, grâce à un programme informatique fourni par l'Agence de l'Eau

Carte géologique et contexte minier

Le nom et le numéro de code BRGM de la carte géologique concernant le phénomène karstique présenté sont donnés.

Le champ « contexte minier » correspond à l'état du sous-sol, à l'aplomb du phénomène karstique. Compte-tenu de la rétention d'information signalée en II, B, 1 et du manque de repères figurant sur la carte des circulations hydrologiques du Bassin ferrifère (carte BURGEAP, 1978), il a été défini à partir de la carte Peltier de 1963. La dernière mine du bassin ayant été fermée en 1997, ce champ est donc susceptible d'importantes révisions. En l'état, cinq types de situations ont été décrites :

- zone nonconcédée
- zone (concédée) non exploitée
- zone exploitée (sans informations supplémentaires)
- zone tracée
- zone dépilée.

Hydrogéologie locale.

La dénomination de l'étage stratigraphique et de son faciès correspond à celle de l'ouverture en surface du phénomène karstique. Il n'a donc pas été tenu compte du ou des faciès sous-jacents dans lesquels le phénomène pouvait se développer. Ce champ a été acquis à partir de l'édition la plus récente de la carte géologique ou hydrogéologique concernée. La valeur des documents cartographiques couvrant le terrain d'étude étant inégale, cette information est susceptible de révisions ultérieures.

Le nom de l'aquifère concerné est donné.

Systèmes aquifères SANDRE

Cette rubrique complète la précédente à l'aide de la codification SANDRE :

- rappel codé et en clair de l'étage stratigraphique ;
- idem pour la lithologie ;
- idem pour l'hydrogéologie.

Hydrologie

Pour les phénomènes hydrologiquement actifs, le champ « circulation » précise, quand elle est connue, si celle-ci est temporaire ou pérenne . La cote NGF de la circulation est celle :

- du point d'introduction pour une perte d'eau ;

- du point de circulation souterraine lorsque celle-ci est atteinte par exploration du phénomène.

Si les débits sont connus, ils sont indiqués en l/s. Des champs précisent si c'est par mesure ou estimation, la méthode utilisée et la date de mesure.

Date de mise à jour de la fiche

La date de mise à jour de la fiche correspond :

- à la date de découverte de phénomènes inédits, ou de révision de phénomènes revisités ;
- à la date de description du phénomène portée sur les fiches d'inventaire détenues par l'Agence de l'Eau (conventions Agence de l'Eau-Spéléo-Club de Metz) ;
- à la date de dernière publication pour les phénomènes restants.

Observations

Ce champ « Observations » regroupe si nécessaire :

- des précisions relatives au comportement hydrologique du phénomène (ex : perte partielle) ;
- sa nature éventuellement douteuse, son origine anthropique possible, son aménagement ou son utilisation éventuelle ;
- le numéro et le nom de la concession minière sur laquelle se situe le phénomène, lorsqu'il a été tracé ;
- toute information qualitative (ex : pollution) jugée utile.

Bibliographie

Afin de ne pas alourdir ce champ, n'ont été citées que les références les plus complètes ou les plus récentes. Le numéro d'indexation propre au Service de documentation de l'Agence de l'Eau a été ajouté lorsqu'il était connu. Tout phénomène nouveau a été signalé par la mention « inédit ».

Injections-restitutions

Ces deux fenêtres indiquent si le phénomène a fait l'objet de traçage soit en mode injection, soit en mode restitution. Le nombre de ceux-ci est précisé, que les résultats aient été positifs ou négatifs.

Les champs correspondant aux codes communal INSEE, code SANDRE, dénomination normalisée des cartes géologiques et topographiques, coordonnées et dénominations des sources et points A.E.P., ont été saisis grâce à des programmes informatiques fournis par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

Tout champ non renseigné (information manquante, peu sûre ou impossible à acquérir dans les délais impartis) a été laissé en blanc.

3b) Description de la fiche « Traçage »

Chaque opération de traçage est identifiée par un numéro et un nom de traçage, en général celui du phénomène karstique injecté.

Injection

Cette rubrique reprend tout d'abord les principaux éléments d'identification et de localisation du phénomène figurant sur la fiche « Inventaire des phénomènes karstiques » : numéro d'identification, dénomination, nature, commune (en clair).

Puis sont précisés la nature du traceur utilisé, la quantité injecté (en kg), la date (jour/mois/année) , l'heure d'injection, le débit de l'écoulement tracé.

On notera que ces deux derniers champs sont peu souvent renseignés.

Restitution

Ce deuxième volet de la fiche « Traçage » est bâti sur le même modèle que le précédent, concernant les critères d'identification et de localisation du phénomène restituant le traceur.

Sont ensuite précisés la date de restitution, le temps nécessaire à celle-ci (en heures), le mode de détection du traceur. La fiabilité du résultat est appréciée selon trois critères :

- prouvée ;
- douteuse (concentration de traceur jugée proche du « bruit de fond » local ; **téléscopage** possible des réponses en cas de multitraçages répétés avec le même produit) ;
- probable en cas de résultat douteux confirmé par une ou plusieurs expériences ultérieures.

Sont également donnés : le débit au point de restitution, la vitesse de transit du traceur en mètre/heure.

La distance en mètres est celle de la ligne droite reliant les lieux d'injection et de restitution mesurée sur carte IGN 1/25 000 (projection orthogonale des points concernés sur le plan de la carte topographique).

La dénivelée (en mètres) correspond à l'altitude relative séparant point d'injection et point de restitution, calculée à partir de la carte IGN 1/25 000.

Observations

On y précise, lorsqu'elle a été trouvée, la localisation du lieu de restitution. Ce cas s'applique essentiellement aux restitutions en travaux miniers et permettra peut-être, par accès futur

aux plans détaillés des travaux souterrains :

- d'introduire dans la fiche « Inventaire des phénomènes karstiques » des coordonnées Lambert plus nombreuses ;
- de rectifier ou préciser les coordonnées obtenues à partir des cartes hydrogéologiques au 1/50 000.

S'agissant d'une restitution en mine, le numéro et le nom de la concession sont donnés.

Bibliographie

Elle fait presque essentiellement référence aux résultats acquis ou collationnés par P.L. Maubeuge (1956 , 1968). Cependant, des recoupements réalisés avec d'autres sources (par exemple : les comptes rendus d'exploration du géologue H. Joly, 1924-1928) laissent parfois dubitatifs.

La date de mise à jour de la fiche est celle de la publication du résultat, ou celle de son acquisition s'il s'agit d'un résultat inédit.

3 c) Carte des phénomènes karstiques

Elle reprend sous forme graphique, à l'échelle du 1/50 000" (fond IGN) , le fichier des phénomènes karstiques.

Concernant plus particulièrement le comportement du réseau hydrographique fortement artificialisé par la pratique de l'exhaure minière, nous n'avons retenus comme cours d'eau perdants, que ceux pour lesquels ce caractère semblait acquis : soit par des campagnes de jaugeage réalisés hors régime influencé (AFBRM, 1978), soit par toute autre méthode appropriée (Babot et Maiaux, 1995).

De même lorsque le caractère drainant du cours d'eau semblait confirmé par les mesures ou la bibliographie, l'information a été cartographiée. Précisons néanmoins, concernant les cours d'eau influencés par les exhaures, que la fiabilité de cette information est susceptible de révisions. Peut-être même est elle déjà obsolète, compte-tenu du caractère transitoire de l'hydrologie locale évoluant actuellement entre régime « minier » et régime « non influencé ». En cas de doute nous n'avons pas surchargé le fond topographique utilisé.

Par ailleurs les vallées sèches caractérisées par un écoulement épisodique n'ont pas été retenues comme tronçons de cours d'eau perdants. Elles ne sont le plus souvent alimentées, si c'est le cas, que par les rejets d'eaux usées (villages) ou de stations d'épuration. Dans ces cas elles sont signalées sur les fiches d'inventaire et la carte sous la forme de pertes diffuses temporaires.

C) Restitution des données

1) La base de donnée

L'inventaire karstique a été sauvegardé dans une base de données relationnelle au format Microsoft ACCESS 97. Celle-ci est composée de 10 tables gérées par 10 relations.

1a) Les tables

3 tables principales sont directement issues du travail d'enquête de l'inventaire (Cf. Figure n°1) :

- **Phénomène** : est la table principale de la base de données. Elle regroupe toutes les informations relatives aux phénomènes karstiques inventoriés et concentre 9 relations. La clé de cette table est le champ **id**. Chaque phénomène est identifié par le code de la commune dans laquelle il se situe, auquel est associé un numéro d'ordre compris entre 001 et 999. Cette clé permet d'établir des relations vers les 2 tables suivantes qui rendent compte des traçages.

- **Injection** : dans laquelle on trouvera toutes les caractéristiques des traçages aux points d'injection. Une injection, de traceur coloré ou non, correspond à un traçage que celui-ci ait donné lieu ou non à l'observation d'une restitution d'un

traceur. Ceux-ci sont désignés par un numéro stocké dans le champ clé de cette table. La relation avec la table **Restitution** est réalisée avec ce champ.

- **Restitution** : regroupe les données recueillies aux points de restitution des traçages. Chaque restitution de traceur est identifiée par un **numéro** (généré automatiquement), clé de la table. La relation avec la table **phénomène** est établie à partir de l'identifiant de la restitution reprenant le champ **id**.

Les 7 autres tables sont liées uniquement à la table **Phénomène**. Elles comprennent les valeurs proposées par des zones de *liste* mises en place pour renseigner les champs relatifs :

- à la codification SANDRE
- au nom de la commune et à son code
- aux noms et aux codes des cartes topographiques et géologiques.
- à la nature des phénomènes

1 b) Les relations

La relation entre la table **Phénomène** et la table **Injection** est de type *un à plusieurs* : un même phénomène a pu être tracé plusieurs fois. Ce même type de relation existe entre la table **Injection** et la table **Restitution** : une injection peut être restituée en plusieurs endroits. Par contre la relation entre **Restitution** et **Phénomène** n'a pas pu être définie en appliquant l'intégrité référentielle car certaines restitutions ont pu être constatées dans des endroits qui ne peuvent pas être précisément identifiés dans la table phénomène (dans certaines galeries de mine notamment).

Les autres relations étaient beaucoup plus simples à mettre en œuvre, elles sont toutes de type *un à plusieurs* et respectent l'intégrité référentielle.

1c) Les formulaires

L'utilisateur de la base pour sa consultation ou sa mise à jour n'aura, en fait, qu'à utiliser les formulaires **Phénomène** et **Traçage**. Des boutons de commande permettent de passer d'un formulaire à l'autre selon que le phénomène apparaît comme point d'injection ou/et point de restitution d'un traçage.

2) Cartographie

La table des phénomènes karstiques a été importée dans le SIG MapInfo. Chaque phénomène a été localisé par ses coordonnées Lambert II étendu. Les figurés utilisés sont en annexe 1B et reproduits sur la carte elle-même. Cinq types de phénomènes karstiques n'ont pas été trouvés lors des prospections de terrain : gouffre-inversac, gouffre-regard, grotte-émergence, grotte regard et doline émergence. Leur inexistence n'en est pas pour autant prouvée. Tel gouffre s'avérera être un accès à une circulation souterraine (gouffre-regard) à la suite d'une opération de désobstruction ou d'une séance d'exploration plus poussée ; tel gouffre-perte

observé en situation pluviométrique extrême s'avérera être temporairement émissif (gouffre-inversac) etc ... Afin de conserver à la base de donnée son caractère évolutif, ces cinq types ont par conséquent été intégrés, et on les trouvera en annexes IA et 1B, ainsi que dans la légende de la carte des phénomènes karstiques.

Les cours d'eau drainants et perdants apparaissent selon deux figurés différents. Leur tracé est issu de la BD Carthage quand ils existaient ou ont été digitalisés par nos soins. Un fichier SCAN 50 constitue le fond de la carte en nuances de gris. La région étudiée s'étend sur 4 cartes au 1/50 000^{ème} qui reprennent le découpage des cartes IGN. Les feuilles de Longwy et Audun le Roman ont été regroupées ainsi que celles de Longuyon et Gorcy et celles de Briey et Uckange.

ANNEXES

1a: LEXIQUE DES PHENOMENES KARSTIQUES DU BASSIN FERRIFERE LORRAIN

1b : FIGURE DES PHENOMENES KARSTIQUES DU BASSIN FERRIFERE LORRAIN

2 : FICHE CARTONNEE DE SAISIE DES PHENOMENES KARSTIQUES

3 : BIBLIOGRAPHIE

4 : FICHES D'INVENTAIRE DES PHENOMENES KARSTIQUES DU BASSIN FERRIFERE LORRAIN

5 : TOPOGRAPHIES DES PHENOMENES KARSTIQUES

6 : CARTE DES PHENOMENES KARSTIQUES DU BASSIN FERRIFERE LORRAIN

ANNEXE 1

ANNEXE 1

Annexe IA : Lexique des phénomènes karstiques du Bassin ferrifère lorrain

Diaclase : joint tectonique, souvent lié à la décompression mécanique des massifs rocheux, à proximité des versants ou des talus. Leur genèse et leur fonctionnement sont sans relation avec l'hydrologie. Selon que leur cheminement souterrain depuis l'entrée est à tendance horizontale, on parlera de *grotte-diaclase*, ou de *gouffre-diaclase* s'il est à tendance verticale.

Pour des raisons de lisibilité de la carte des phénomènes karstiques, cette distinction n'a pas été introduite en annexe 1 b.

Doline : dépression fermée, plus ou moins circulaire ou elliptique, qui se forme à la surface des roches solubles. Si la *doline* absorbe un écoulement de surface, c'est une *doline-perte*. Si elle rejette un écoulement souterrain, c'est une *doline-émergence*. Si elle n'absorbe qu'une partie des écoulements, elle est dite *partielle*. Si elle absorbe ou émet alternativement, c'est une *doline-inversac*.

Exhaure : extraction et évacuation d'eau parvenant dans les excavations souterraines artificielles, pour les maintenir hors d'eau. Par extension de sens, c'est le conduit par où s'effectue cette évacuation en surface (galerie ou puits d'exhaure).

Forage : puits creusé mécaniquement et destiné à l'exploitation d'eau souterraine. C'est donc un *regard* sur une circulation souterraine.

Gouffre : cavité naturelle des roches calcaires, à développement vertical depuis l'entrée. Il peut absorber un écoulement de surface (*gouffre-perte*) ou rejeter un écoulement souterrain (*gouffre-émergence*). C'est un gouffre-inversac s'il possède ces deux caractéristiques hydrologiques. S'il n'est pas fonctionnel mais permet d'atteindre une circulation souterraine, c'est un *gouffre-regard*.

Grotte : cavité souterraine naturelle à entrée et développement plus ou moins horizontal. Si elle absorbe un écoulement de surface, c'est une *grotte-perte*. C'est une *grotte-émergence* si elle restitue un écoulement souterrain. C'est une *grotte-inversac* si elle possède ces deux caractéristiques. C'est une *grotte-regard* si elle permet d'atteindre une circulation souterraine.

Inversac : phénomène karstique fonctionnant alternativement en absorption et émission d'eau.

Joint : toute surface de discontinuité au sein d'une roche ou d'un terrain, qui n'est pas un contact anormal avec déplacement.

Mardelle : dépression fermée se développant uniquement à la surface des roches non ou peu solubles.

Perte : absorption d'un écoulement de surface. Si l'absorption s'effectue en dehors de tout cadre morphologique clairement identifié, c'est une *perte diffuse*.

Ruelle du karst (ou couloir karstique) : dépression karstique en forme de large fissure, le plus souvent rectiligne entre des parois abruptes, ouverte ou fermée à ses extrémités. Dans le Pays-Haut elles sont une forme associée aux paléo-karsts à minerai de « fer-fort ». Pour des raisons de lisibilité de la carte des phénomènes karstiques (annexe 6), elles ont été assimilées à des dolines, et n'ont pas été introduites en annexe 1 b.

Regard cavité naturelle dont l'ouverture donne accès à une circulation d'eau souterraine ne se manifestant pas en surface.

Source : lieu et phénomène d'émergence et d'écoulement naturel d'eau souterraine à la surface du sol. Si la source restitue en partie ou en totalité une eau ayant circulé en surface puis s'étant perdue dans le sous-sol, c'est une *résurgence*.

Annexe 1B : Figurés des phénomènes karstiques du Bassin ferrifère lorrain

Fonction hydrologique	Type de forme	Nom	Fonctionnement hydrologique		
			Pérenne	Temporaire	Regard
Emergence	Dépression fermée	Doline			
	Conduit horizontal	Grotte			
	Conduite vertical	Gouffre			
	Conduit impénétrable	Source			
	Conduits miniers Galerie de Mine	Exhaure			
Perte	Dépression fermée	Doline			
	Conduit horizontal	Grotte			
	Conduite vertical	Gouffre			
	Cours d'eau perdant	Perte diffuse		
Inversac	Dépression fermée	Doline			
	Conduit horizontal	Grotte			
	Conduite vertical	Gouffre			
Non Fonctionnel	Dépression fermée	Doline inerte			
	Conduit horizontal	Grotte			
	Conduite vertical	Gouffre			
	Joint	Diaclase			
	Conduit artificiel	Forage			