



les DOLINES

Processus de formation
Fonctions et conservation
Conseils pratiques



INSTITUT SUISSE DE SPÉLÉOLOGIE
ET DE KARSTOLOGIE

Vous avez dit doline ?

Dolines et karst, deux termes qui peuvent sembler un peu mystérieux!

De quoi s'agit-il ? En quoi les dolines peuvent-elles nous intéresser ? Vous intéresser ?

Cette brochure est destinée à présenter ce que sont les dolines, à expliquer comment elles se forment, où elles se trouvent. À expliquer aussi quelles valeurs elles possèdent dans notre paysage naturel. Nous verrons aussi les dangers que les activités humaines représentent pour les dolines et inversement. Nous donnons aussi quelques conseils pratiques pour une bonne cohabitation.

*Définitions du dictionnaire
(Le Petit Robert) :*

karst : Ensemble de phénomènes de corrosion du calcaire. Plateau calcaire où prédomine l'érosion chimique

doline : Dans un relief karstique, dépression fermée de forme circulaire

*Paysage de dolines.
Combe des Begnines, Jura vaudois.*

Le karst, c'est quoi ?

Le terme «karst» vient de la région du Kras, située près de Trieste, à cheval sur l'Italie et la Slovénie, où les spectaculaires phénomènes liés à la dissolution des calcaires ont été décrits depuis longtemps. Le terme s'est ensuite étendu à toute région de la planète présentant des phénomènes similaires : régions karstiques.

Certaines roches, en partic lier les calcaires ou le gypse, sont solubles dans les eaux de pluie qui façonnent le paysage et créent les formes typiques du milieu karstiques : grottes, gouffres, lapiés, cluses, vallées sèches et... dolines.

La Suisse karstique

Environ 20 % du territoire suisse est karstique : principalement le Jura et les Préalpes, ainsi que certaines parties des Alpes (Hautes Alpes calcaires du Valais septentrional par exemple). Grâce aux recherches des spéléologues, on connaît aujourd'hui pas moins de 9000 grottes réparties dans ces régions calcaires. Quant aux dolines, leur nombre est difficile à estimer, mais on peut sans aucun doute parler de plusieurs dizaines de milliers...



■ régions calcaires



Le Soliat (NE).



Betelberg, Lenk (BE).



Brislach (BL).



Brislach (BL).

Une doline, c'est quoi?



Éléments caractéristiques des reliefs karstiques, les dolines sont de dimensions très variables. Elles peuvent être à peine perceptibles à l'œil nu ou atteindre plusieurs dizaines de mètres de côté et dépasser 10, voire 20 mètres de profondeur. Il arrive parfois qu'elles s'ouvrent subitement pour se transformer en de véritables gouffres.

Un processus insidieux

La formation des dolines – que l'on appelle aussi emposieux ou "creux" – trouve son origine dans la dissolution du fond rocheux ou dans l'effondrement du toit d'une cavité sous-jacente. De fins connaisseurs de la chaîne du Jura, habitués de longue date à parcourir monts et vaux, affirment qu'ils remarquent clairement que certaines dolines s'approfondissent d'année en année. Les géologues le confirment: les dolines se creusent progressivement et témoignent, à leur échelle, de l'évolution du paysage.

Le rôle de l'eau

Lorsque l'on observe une doline, on ne voit en quelque sorte qu'une face du phénomène géologique qui la constitue. C'est sous nos pieds, entre la terre végétale et le socle rocheux, que se déroule le mécanisme de creusement de la doline. Ce mécanisme est dû à l'action de l'eau qui dissout progressivement la roche calcaire. C'est pourquoi, dans ces régions, l'eau s'écoule préférentiellement sous terre plutôt qu'en surface.

Les dolines constituent des points préférentiels d'absorption des eaux de surface. Ces eaux sont drainées vers et par les dolines qui servent de points d'enfouissement dans le sous-sol. A l'exception de certaines dolines dans lesquelles un ruisseau de surface se jette (on nomme celles-ci des *pertes*), cet écoulement demeure invisible; tout se passe sous nos pieds, discrètement.

Des effondrements surprenants

Si la plupart des dolines sont visibles, il n'est toutefois pas rare que des effondrements apparaissent en plein champ au passage d'un tracteur ou sous le poids d'une vache. La formation de ces ouvertures est aussi soudaine qu'imprévisible !

Ces phénomènes surviennent en général durant ou après de fortes précipitations. Il peut aussi arriver qu'un vide se révèle de manière inattendue lors de travaux de terrassement. Ces effondrements peuvent former de véritables gouffres atteignant 10 mètres de profondeur, voire davantage.

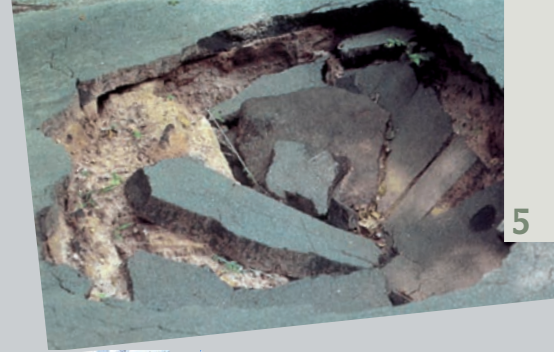
De tels événements sont le résultat d'une érosion lente des roches au niveau de la doline. L'effondrement soudain d'une doline montre qu'au-dessous d'elle un vide s'était formé. Un vide demeuré longtemps invisible de l'extérieur jusqu'au jour où la voûte cède.

Répartition spatiale

Les dolines sont le plus souvent situées à l'emplacement des fractures qui s'élargissent par le travail de corrosion de l'eau d'infiltration. Elles sont présentes en nombre dans les couches calcaires les plus karstifiables.

Des dolines bien alignées

Les dolines sont souvent disposées sous forme de chapelets. Ces alignements peuvent mettre en évidence la présence d'une faille sous-jacente ou un contact géologique entre une roche très karstifiable et une autre roche plus marneuse.



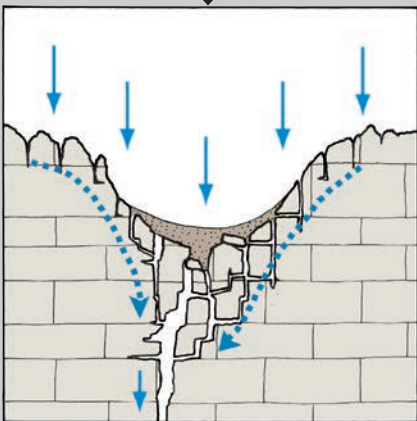
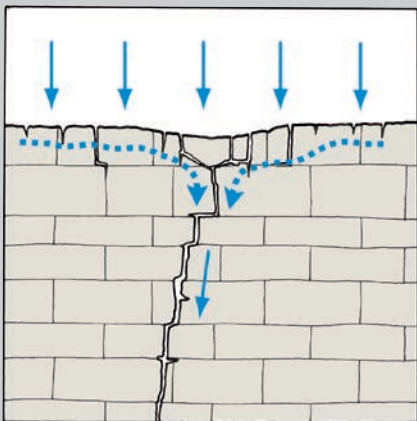
La formation d'une doline

On peut distinguer deux grands types de dolines :
 1) celles qui sont visibles de longue date et qui s'approfondissent progressivement ; 2) celles qui apparaissent subitement à nos regards suite à un effondrement inattendu.
 Considérés sous l'angle de la géologie, ces deux types de dolines témoignent de processus différents.



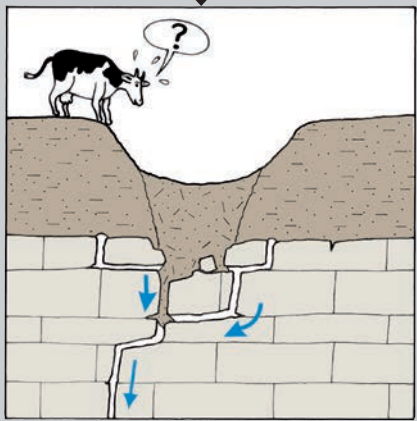
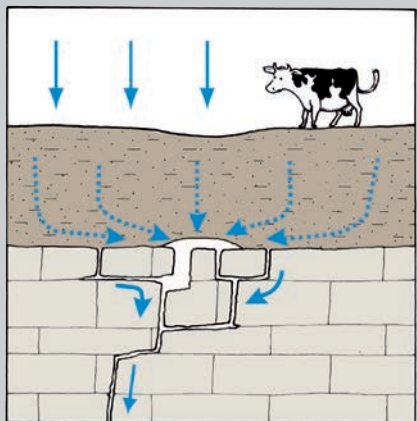
Exemples d'effondrements de dolines.
 En haut, cas apparus aux USA et au Guatemala ; en bas, cas fréquent en Suisse.

Dolines de dissolution



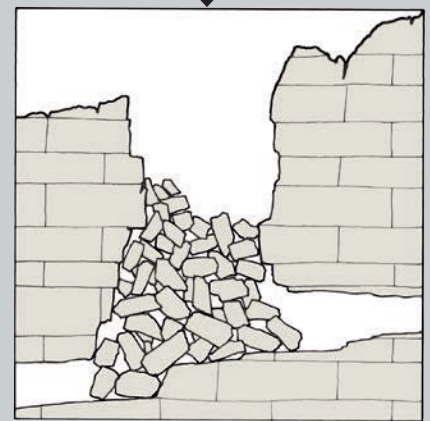
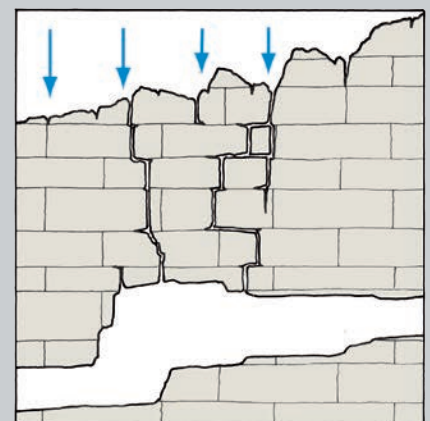
La surface fissurée des calcaires absorbe l'eau de pluie et l'achemine radialement vers des fissures verticales qui engouffrent les eaux plus profondément. L'écoulement radial dissout les calcaires et forme un creux en entonnoir. Les scientifiques parlent de dolines de dissolution.

Dolines de suffosion



Si les calcaires sont couverts de terrains (p.ex. sol épais), des vides se forment par dissolution et soutirage au sommet des bancs rocheux. La couverture finit par s'affaisser et forme des creux caractéristiques qui vont continuer de s'agrandir. Les scientifiques parlent de dolines de suffosion.

Dolines d'effondrement



L'eau d'infiltration dissout progressivement la roche à la faveur de diverses fissures au toit d'une galerie sous-jacente. Finalement, la voûte cède brusquement et forme un trou vertical qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres de côté. Les scientifiques parlent de dolines d'effondrement.

Les dolines, un élément marquant du paysage

Singularité paysagère, les dolines sont aussi des biotopes précieux pour certaines espèces végétales et certains animaux. Elles jouent également un rôle clé dans l'infiltration des eaux de surface dans le sol.

Une richesse pour la diversité des paysages

Même si l'on peut très bien vivre sans attacher beaucoup d'importance au paysage qui nous entoure, il est tout de même manifeste que l'observation de la nature, si ce n'est sa contemplation, contribue à notre bien-être.

Une balade le long des crêtes jurassiennes ou des Préalpes offre au regard des paysages tout à fait singuliers composés d'un ensemble d'éléments, petits ou grands, qui lui donnent sa spécificité.

Parmi ces éléments, les dolines constituent sans doute la forme la plus emblématique de ces régions où l'eau prend des chemins mystérieux au travers du sous-sol.

Un biotope particulier

Les dolines sont souvent des habitats refuges pour des espèces de la flore et de la faune qui possèdent des exigences écologiques particulières. Au sein d'une utilisation agricole intensive des terres, les pentes des dolines sont généralement négligées. Il s'y trouve alors des milieux originels secs (pentes ensoleillées exposées au sud) ou frais (pentes ombragées exposées au nord), ou encore marécageux (fonds plus ou moins colmatés) ou fontinaux (suintements et bords de ruisselets). La juxtaposition de ces différents milieux pourra abriter un nombre très élevé d'espèces, sur quelques dizaines de mètres carrés seulement.

Des dolines franc-montagnardes ont abrité par exemple des prairies humides à Reine-des-Prés, Renouée



Reine des Prés.

bistorte, Œillet superbe et Sanguisorbe officinale. Ces conditions (biotope) sont nécessaires à la survie de deux papillons menacés et portés sur la liste rouge des espèces: le Nacré de la Sanguisorbe (*Brenthis ino*) et le Cuivré de la Bistorte (*Lycaena helle*). Ces rares milieux non fauchés constituent des oasis pour leurs chenilles. Le très rare Sténobothre nain (*Stenobothrus stigmaticus*), un petit criquet dont on ne connaît que quelques stations en Suisse, occupe des pentes sèches à végétation rase de dolines bien exposées au soleil.

Ces milieux sont également très importants pour relier les zones sèches ou marécageuses entre elles. Souvent alignées, les dolines créent ainsi de véritables corridors biologiques.



Nacré de la Sanguisorbe.

Un rôle important dans l'écoulement des eaux de surface

Parmi les dolines, certaines servent de perte pour de petits ruisseaux de surface. Dans ces cas, le rôle de ces dépressions pour le drainage des eaux de ruissellement est évident.

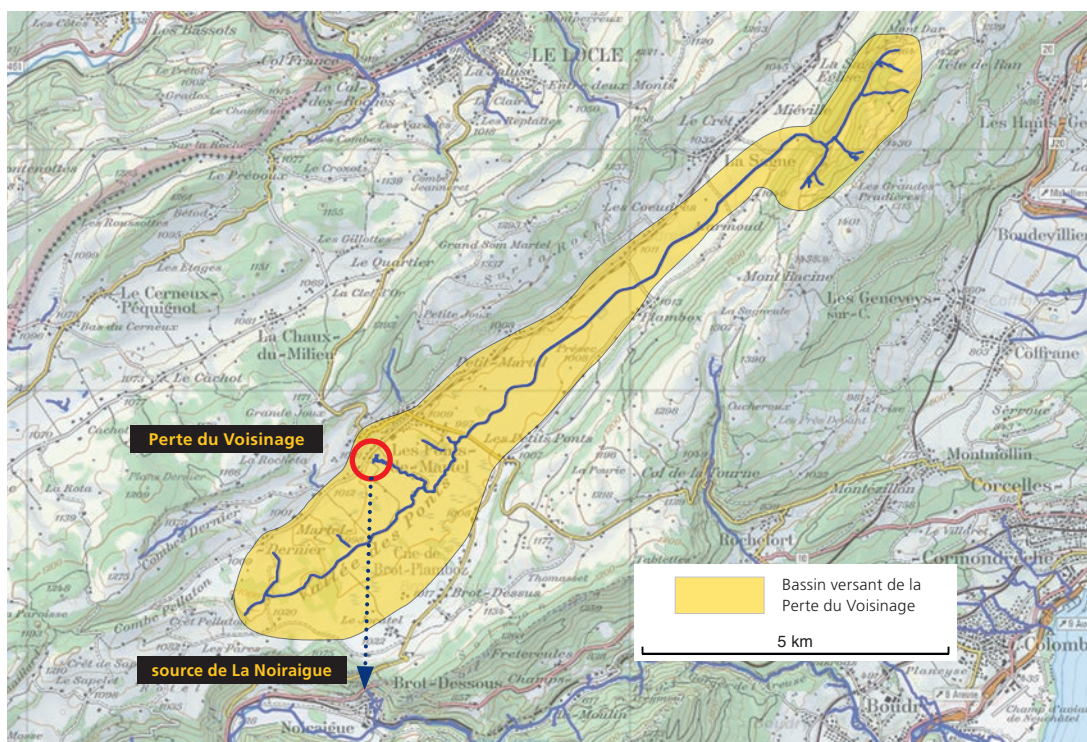
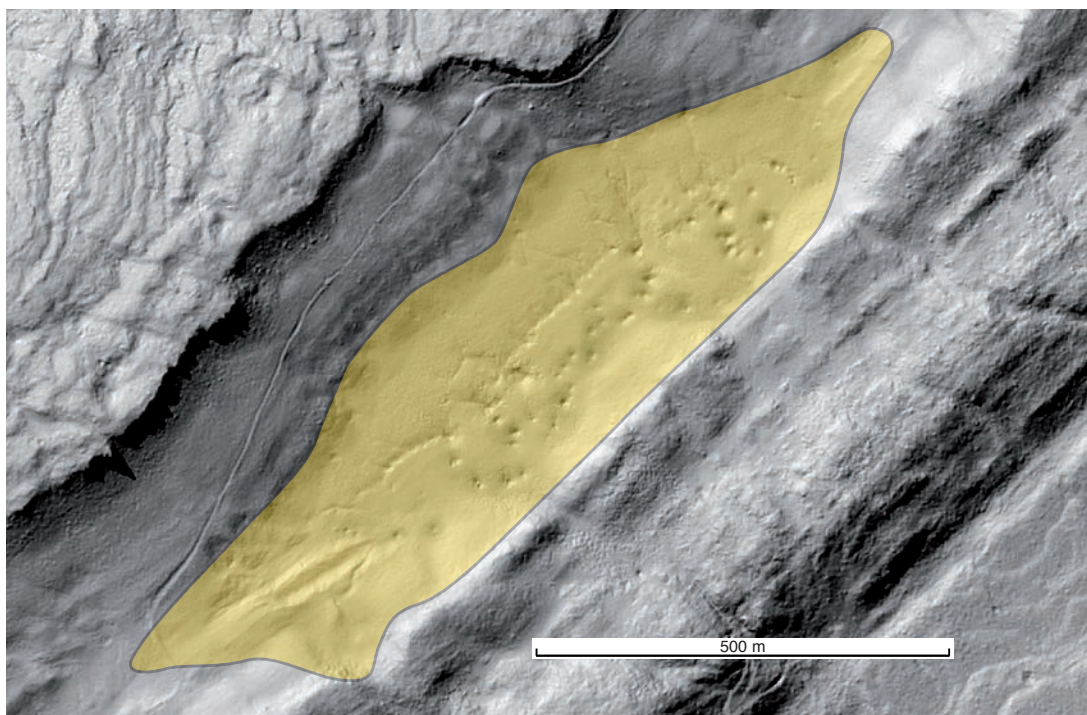
Cependant, la plupart des dolines sont, du moins en apparence, sèches. On n'y voit aucune trace d'eau courante ou stagnante. Il serait pourtant faux de considérer que celles-ci sont « fossiles » et ne jouent aucun rôle dans le drainage du terrain.

La présence de dolines constitue une preuve du travail de sape mené par l'action érosive de l'eau dans le sous-sol. Pour s'en rendre compte, il faudrait retirer le sol jusqu'à atteindre le socle rocheux. On observerait alors de nombreux petits écoulements se dirigeant vers la doline avant de s'enfouir dans le sous-sol par les fissures de la roche calcaire.

Le bassin fermé de la combe des Begnines (Jura vaudois). Aucun écoulement de surface n'existe ici. Le drainage des eaux de ruissellement vers le sous-sol se fait au travers des nombreuses dolines situées au centre de ce bassin fermé, visible au centre de l'image (modèle numérique de terrain).



Ruisseau disparaissant sous terre dans une doline à la Charetalp (SZ). Dans le Jura, les dolines qui fonctionnent comme pertes sont aussi appelées emposieux.



Le bassin versant de certaines dolines est facile à déterminer. C'est le cas de celle du Voisinage, à proximité du village des Ponts-de-Martel (NE). Les eaux sont d'abord drainées vers un ruisseau qui s'écoule à l'air libre sur quelques kilomètres. Ces eaux s'engouffrent alors sous terre à la « Perte du Voisinage » et poursuivent leur parcours en sous-sol jusqu'à la source de la Noiraigue, située 3 km plus au sud.

Dolines en péril



doline

Anciennes décharges, comblement par des matériaux de démolition, abandon de déchets verts, disparition pour cause de nivellement,... Les dolines sont souvent prises pour des poubelles.



pendant

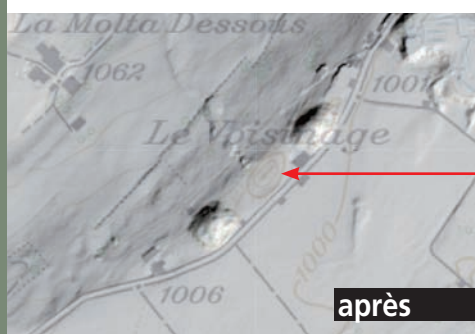
En voie de disparition

Au fil du temps, les humains tendent à combler les dolines et à les faire disparaître du paysage. Appauvrissement de la nature, perturbation de l'écoulement des eaux de ruissellements, dangers d'instabilité du terrain en sont les conséquences directes ou indirectes.

Les processus de dégradation étant lents, ces risques peuvent perdurer durant plusieurs dizaines d'années.

... et actuelles

Aujourd'hui, les dolines subissent une nouvelle pression due aux activités humaines. En moyenne montagne, l'évolution des pratiques agricoles incite à produire davantage d'herbages au moyen de machines de plus en plus perfectionnées. Dans ce contexte, un terrain régulier facilite le fauchage; d'où la tentation de combler les creux et de supprimer les bosses. Pourtant, niveler une doline est une fausse bonne idée; il s'agit même d'une pratique interdite dans certains cantons comme Berne, Neuchâtel ou le Jura. Par ailleurs, en agissant de la sorte, plusieurs conséquences négatives sont à redouter: déstabilisation future du terrain, perturbation de l'écoulement des eaux de surface, dénaturation progressive du paysage.



doline comblée

Pratiques anciennes...

De 1950 à 1990 (environ), de nombreuses dolines ont servi de poubelle. Le sous-sol en général, et plus particulièrement celui des régions calcaires, garde des traces fâcheuses de cette époque où le recyclage des déchets n'existait pas encore. Outre l'impact négatif sur le paysage, cette pratique du « tout au gouffre » a contribué à répandre dans la nature des polluants qui affectent les sols et font courir des risques de contamination des eaux souterraines.

Un exemple concret de doline comblée dans les années 1990 par des matériaux inertes. Les deux dolines voisines sont heureusement conservées et bien visibles sur le modèle numérique de terrain.



Décharges sauvages = danger pour les eaux potables + atteinte au paysage

Pollution des dolines = pollution des eaux



Illustration schématique du principe de circulation des eaux souterraines à l'aval d'une doline. Le trajet des eaux souterraines entre leur point d'infiltration et la source peut atteindre plusieurs kilomètres.

Absence de filtre

L'eau de pluie et de ruissellement percole directement à travers des déchets abandonnés dans les dolines. Problème: dans le karst, les sols, qui jouent un rôle de filtre naturel, sont peu épais, voire inexistants dans les dolines.

Cette absence de filtre facilite le transfert des éléments polluants vers le sous-sol et crée un danger d'atteinte à la qualité des eaux de sources captées en aval. Ce danger persistera tant que ces décharges sauvages n'auront pas été assainies et que les conduits karstiques ne se seront pas purgés.



Epandage de lisier = danger pour les eaux souterraines



Nivellement de terrain = appauvrissement du paysage



Amas de déchets verts = danger pour les eaux potables + atteinte au paysage



Lorsqu'une doline s'ouvre subitement, que faut-il faire ?

L'attitude à adopter dépend de nombreux paramètres: volume et extension du phénomène, utilisation du terrain, dangers immédiats et à long terme, rôle de l'eau, législations cantonales...

Il est conseillé de faire appel à un spécialiste qui pourra, selon le contexte de l'évènement, proposer la meilleure solution. Quelques règles d'or :

- ▶ **Ne jamais combler avec des déchets**, même inertes.
- ▶ **Annoncer le cas** aux services cantonaux compétents.
- ▶ **Respecter la législation** en vigueur.
- ▶ **Veiller** au **maintien de l'écoulement des eaux** et assurer leur **protection**.
- ▶ **Documenter** l'objet (position exacte, topographie, observations, photos...) et transmettre l'information au service cantonal ou à l'ISSKA.

Faut-il craindre la présence d'une doline lors d'un projet de construction ?

Au début de sa formation ou si elle a été comblée artificiellement, une doline peut ne pas être visible en surface. **Elle posera un problème de stabilité** lors de la construction !

- ▶ Chercher à savoir si le terrain se trouve en zone karstique.
- ▶ Consulter la carte du karst, à défaut, la carte géologique.
- ▶ Vérifier si des grottes ou dolines sont connues dans le secteur.
- ▶ Demander conseil à un spécialiste.

Sur la base des informations collectées, une étude géologique ou géophysique peut être conseillée. Selon le cas, procéder à un décapage ou à des sondages du terrain jusqu'au rocher. En cas de présence de dolines ou de vides karstiques, bien garder à l'esprit que **ceux-ci jouent un rôle dans l'écoulement des eaux de surface** !

Quel(s) risque(s) peut présenter une doline dans un projet de construction ?

- ▶ A moyen terme, **fissures dans les bâtiments** consécutives à l'instabilité du terrain, éventuellement effondrement.
- ▶ **Augmentation de la rétention d'eau dans le sol** suite au changement de régime de l'écoulement des eaux de surface provoqué par les travaux de terrassement.

Construire sur une doline en formation ou sur une doline comblée peut présenter des risques d'instabilité progressive du terrain. Au moment du choix de l'implantation, **s'assurer qu'aucune doline ne se trouve dans le périmètre**.

Peut-on combler une doline et, si oui, comment ?

Dans certains cantons, le comblement d'une doline est soumis à autorisation. Il faut être conscient que **le comblement d'une doline ne va pas stopper l'évolution de celle-ci**. Le soutirage des matériaux va se poursuivre et, tôt ou tard, la doline va se reformer...

- Tenir compte de la présence avérée ou supposée de dolines dans tous les projets de construction afin d'éviter des désagréments dus à l'instabilité du terrain
- Ne pas combler les dolines afin de préserver la diversité du paysage et leur fonction écologique et hydrogéologique

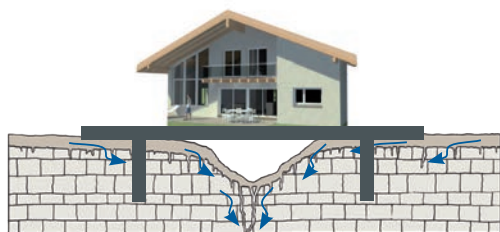
Après l'ouverture soudaine d'une doline, comment va-t-elle évoluer ?

L'instant où un effondrement subit se produit n'est qu'une étape dans le processus de formation d'une doline. Son ouverture soudaine montre qu'un vide sous-jacent existait déjà. Une fois l'effondrement survenu, **l'érosion des roches et le soutirage des terrains sus-jacents va se poursuivre.**

Quelles conséquences peut avoir le comblement d'une doline ?

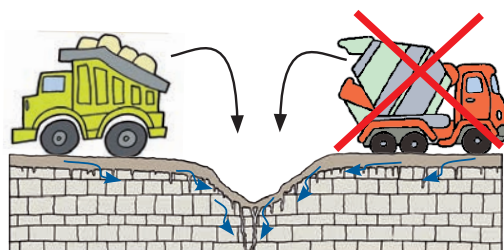
- ▶ Instabilité future du sol => problème en cas de construction.
- ▶ Perturbation de l'écoulement des eaux de surface.
- ▶ Rétention d'eau dans le terrain.
- ▶ Appauvrissement du paysage.
- ▶ Perte de biotope.

S'il est inévitable de construire sur une doline ou de combler celle-ci



construire sur une doline

Dalle ancrée latéralement et gestion de l'écoulement des eaux de surface



combler une doline

PAS avec du béton, mais plutôt avec de grosses pierres

En collaboration avec les services cantonaux concernés, l'ISSKA prépare une carte du karst de la Suisse. Cette carte sera complétée progressivement dans les prochaines années et sera accessible sur les géoportails des cantons et de la Confédération afin que les informations sur le karst soient rapidement accessibles. Les cartes de danger, déjà disponibles pour une grande partie de la Suisse, peuvent aussi fournir des informations utiles au sujet d'objets karstiques.



Carte topographique



Carte géologique



Carte du karst

Les dolines face à la loi

Au niveau fédéral, plusieurs lois et ordonnances protègent les dolines des atteintes dont elles peuvent être victimes (comblement, dépôt de déchets). Il s'agit en particulier de la loi sur la protection de la nature (LPN), de la loi sur la protection des eaux (LEau), de l'ordonnance sur les sols (OSols) et de l'Ordonnance sur les sites contaminés (OSites).

Certaines lois cantonales protègent spécifiquement les dolines en tant qu'objets karstiques et sites d'infiltration des eaux, c'est le cas, par exemple, dans le canton de Neuchâtel.



Pour en savoir plus

Sous nos pieds... le karst

ISSKA (2012), brochure de 16 p.
Description de ce qu'est le karst.
Protection des paysages calcaires.
Disponible gratuitement à l'ISSKA.

Montagnes du Jura, géologie et paysages

Vincent Bichet & Michel Campy (2008),
Ed. Néo, Besançon, 304 p.
(ISBN: 978-2-9147-4161-3).

Autres publications sur le karst :
Bibliothèque de la Société Suisse
de Spéléologie
www.ssslib.ch/index.htm
info@ssslib.ch

Impressum

Edition

© Institut Suisse de Spéléologie
et de Karstologie, 2017

Textes et schémas

ISSKA (D. Blant, M. Blant,
P.-Y. Jeannin, R. Wenger)

Maquette

R. Wenger

Photographies

P. Berg, p.7; D. Blant, p.3m, p.5bm,
p.8b, p.9bg+bd; M. Blant, p.6b;
A. Meylan, pp.2-3, p.6h, p.12;
E. Plattner, p.3mb; J.-N. Salomon,
p.5bd; L. Vuitel, p.9mg; R. Wenger,
couv., p.3h, p.4., p.5m+bg, p.7h,
p.8h, p.9md; R. Wyss, p.6m;
internet sp, p.5h.

Couverture

Doline dans la région du Creux du
Van (VD). Effondrement près des
Ponts-de-Martel (NE).

Dos de couverture

Les Mouilles, L'Auberson (VD).

Ce document peut être téléchargé
sous www.isska.ch

Adresses utiles

Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie

case postale 775
CH-2301 La Chaux-de-Fonds
info@isska.ch
www.isska.ch
Tél. 032 913 35 33



Fondation déclarée d'utilité publique,
l'ISSKA a été créé en 2000 à l'initiative
de la Société Suisse de Spéléologie.
L'ISSKA est actif essentiellement dans les
domaines de la recherche scientifique
(hydrogéologie, paléontologie, clima-
tologie,...), du conseil spécialisé, de la
protection du karst superficiel et souter-
rain et de l'enseignement (cours pour tous
niveaux d'études et pour le grand public).

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

3003 Berne
www.bafu.admin.ch/fr

Société suisse de spéléologie

CH-2301 La Chaux-de-Fonds
www.speleo.ch



Brochure réalisée avec le soutien financier de :

 Loterie Romande



Office fédéral de l'Environnement
(OFEV)



Fondation suisse pour la protection
et l'aménagement du paysage

 Fondation Gelbert

Fondation Gelbert