



Les sites souterrains tels que les grottes, les mines abandonnées, les fortifications et les tunnels, sont un habitat important pour les chauves-souris à travers l'Europe. Dans le Nord, ils sont utilisés principalement pour l'hivernage, puisqu'ils fournissent les conditions abritées dont ont besoin les chauves-souris. Dans le sud, où les températures souterraines sont plus chaudes, ces abris sont utilisés toute l'année, autant pour la reproduction que pour l'hivernage. Les sites les plus importants peuvent être utilisés par plusieurs milliers de chauves-souris, même des sites utilisés par de petits nombres d'individus peuvent être régionalement importants.

Malheureusement, plusieurs sites souterrains ont un avenir incertain. Certains sont comblés, obstrués ou convertis à d'autres utilisations ; d'autres sont ouverts au tourisme de manière non-réglémentée ou sont fortement dérangés par des visiteurs non-autorisés. Dans certains cas, la perte d'un seul site peut affecter les chauves-souris sur plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Reconnaissant le besoin de préserver et de gérer ces sites, EUROBATS a développé un projet qui a pour but de lister les sites souterrains les plus importants en Europe et de préparer un guide pratique pour aider les Parties et les pays de l'aire de l'Accord à les protéger et à les gérer en tenant compte des besoins des chauves-souris.



Protection et gestion des gîtes souterrains pour les Chiroptères

ISBN 978-92-95058-06-4
(version imprimée)

ISBN 978-92-95058-07-1
(version électronique)

Tony Mitchell-Jones • Zoltán Bihari • Matti Masing • Luísa Rodrigues



Mitchell-Jones, A. J. , Bihari, Z., Masing, M. & Rodrigues, L. (2007) : Protection et gestion des gîtes souterrains pour les Chiroptères. EUROBATS Publication Series No. 2 (version française). PNUE/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 38 pp.

Edité par PNUE/EUROBATS
Coordination Christine Boye / EUROBATS Secretariat
Version française Stéphane Aulagnier, Catherine Lehmann
Mise en page Claudia Schmidt-Packmohr

3^e édition mise à jour en 2010 — © 2007, 2008, 2010 Accord relatif à la Conservation des Populations de Chauves-souris d'Europe (PNUE/EUROBATS).

Cette publication peut être reproduite intégralement ou en partie, et sous toute forme, à des fins éducatives ou non-lucratives, sans autorisation spéciale du dépositaire des droits d'auteur, à condition de référencer la source. PNUE/EUROBATS souhaiterait recevoir une copie de toute publication utilisant cette publication comme référence.

Cette publication ne peut en aucune façon être vendue ou utilisée à toute fin commerciale sans autorisation écrite préalable de PNUE/EUROBATS.

Les frontières indiqués sur les cartes dans cette publication n'impliquent pas une reconnaissance ou acceptation officielle par l'Organisation des Nations Unies.

Nous aimerions exprimer notre gratitude au Département pour l'Environnement, l'Alimentation et les Affaires rurales (Defra), Royaume-Uni, et au Ministère de l'Agriculture, la Nature et la Qualité alimentaire, Département de la Nature, Pays-Bas, pour leur financement, sans lequel cette publication n'aurait pas été possible.



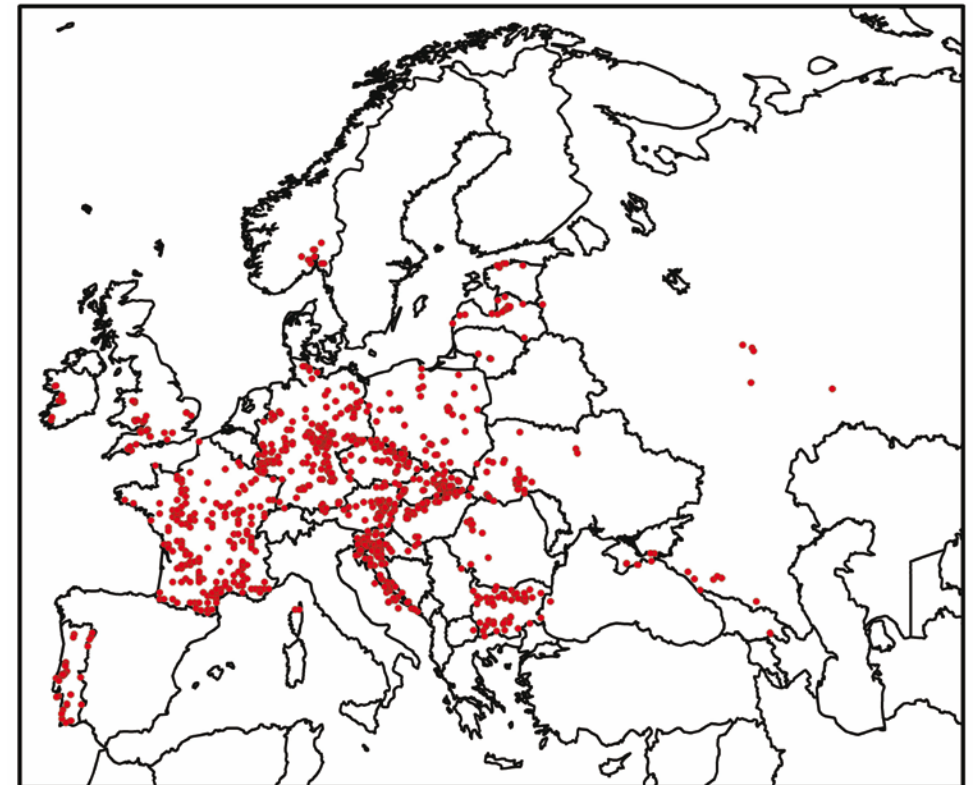
Des copies de cette publication sont disponibles au :

UNEP/EUROBATS Secretariat
United Nations Campus
Hermann-Ehlers-Str. 10
53113 Bonn, Allemagne
Tel (+49) 228 815 2421
Fax (+49) 228 815 2445
E-mail eurobats@eurobats.org
Web www.eurobats.org

ISBN 978-92-95058-06-4 (version imprimée)
ISBN 978-92-95058-07-1 (version électronique)

Photo de couverture :
Minioptères (Miniopterus schreibersii), Chypre.

Le PNUE promeut
des pratiques respectueuses de
l'environnement de manière globale et
dans ses propres activités. Cette publication est
imprimée sur du papier sans chlore, certifié FSC,
60% recyclé, utilisant de l'encre et des pratiques de
production écologiques. Notre politique de distribution
vise à réduire l'empreinte carbone du PNUE.



Sites souterrains majeurs identifiés par les Parties à l'Accord EUROBATS et autres pays de l'aire. Carte de localisation des sites inclus dans la base de données au 1.11.06.



Table des matières

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introduction | 5 |
| 2 | L'utilisation de sites souterrains | 6 |
| 2.1 | Caractéristiques des sites souterrains | 6 |
| 2.2 | L'occupation des sites souterrains | 6 |
| 3 | Les menaces sur les sites | 8 |
| 3.1 | Dérangements | 8 |
| 3.2 | Destruction, aménagement ou changement d'usage | 8 |
| 4 | Protection des sites | 9 |
| 4.1 | Protection légale | 9 |
| 4.2 | Concertation avec les autres usagers | 9 |
| 4.2.1 | Clubs spéléologiques et visiteurs de souterrains | 9 |
| 4.2.2 | Le classement des sites | 10 |
| 4.2.3 | Code de protection | 10 |
| 4.2.4 | Information et sensibilisation | 12 |
| 4.3 | Protections physiques | 12 |
| 4.3.1 | Remarques générales | 12 |
| 4.3.2 | Grilles | 13 |
| 4.3.3 | Clôtures | 23 |
| 4.3.4 | Douves | 24 |
| 5 | Gestion des sites | 25 |
| 5.1 | Gestion de l'environnement souterrain | 25 |
| 5.1.1 | Chutes de blocs ou écoulement du site | 25 |
| 5.1.2 | Gaz toxiques | 25 |
| 5.2 | Gestion des abords de l'entrée | 25 |
| 5.2.1 | Chutes de blocs et éboulements | 25 |
| 5.2.2 | Bétail et grands mammifères | 25 |
| 5.2.3 | Végétation | 26 |
| 5.2.4 | Eclairage | 26 |
| 5.2.5 | Gestion de l'environnement du site | 26 |



| | | |
|-------|---|----|
| 6 | La protection créative | 28 |
| 6.1 | Modifications de la ventilation, de la lumière et de la température | 28 |
| 6.2 | Réouverture de sites fermés | 28 |
| 6.3 | Installation de gîtes additionnels | 28 |
| 6.4 | Création de nouveaux gîtes | 30 |
| 6.4.1 | Construction de cavités | 30 |
| 7 | Suivi des gîtes | 36 |
| 7.1 | Suivi des populations de chauves-souris | 36 |
| 7.2 | Contrôle des caractéristiques du gîte | 36 |
| | Remerciements | 38 |
| | Crédit photographique | 38 |
| | Lectures complémentaires | 38 |

1 Introduction

Ce manuel, produit par le Comité consultatif d'EUROBATS, est un guide pour la protection et la gestion des sites souterrains fréquentés par les chauves-souris.

La protection des sites souterrains requiert deux types de mesures : des mesures légales et administratives afin que le public perçoive la valeur et la sensibilité du site, et des protections physiques pour réduire les intrusions. Ces deux types de mesures doivent être envisagés simultanément pendant la conception du plan d'aménagement du site.

Les structures administratives de même que les pratiques de protection de la nature sont variées en Europe. C'est pourquoi ce guide développe seulement des propositions qui devront être adaptées aux circonstances locales.

Par contre, les protections physiques comme l'utilisation de clôtures et de grilles (ou portes) varient peu, elles seront donc plus détaillées. Dans la mesure du possible, nous avons utilisé les expériences de terrain des chiroptérologues de toute l'Europe pour montrer l'étendue des dispositifs de protection testés et validés.

Dans ce manuel les sites souterrains comprennent les cavités naturelles et artificielles qui imitent les conditions environnementales que l'on trouve dans les grottes ou cavernes. Cette définition inclut, par exemple, les mines abandonnées, tunnels, caves, glacières, de même que des installations militaires et des fortifications.

2 L'utilisation de sites souterrains

2.1 Caractéristiques des sites souterrains

La principale caractéristique des sites souterrains est leur isolation de l'environnement extérieur, en particulier la température et l'hygrométrie y sont tamponnées. Dans les grands réseaux souterrains faiblement ventilés la température, proche de la température moyenne annuelle de la région, varie peu au cours de l'année. Les principaux facteurs qui modifient la température intérieure sont la proximité de l'entrée et le courant d'air. La configuration du site peut aussi influencer le microclimat intérieur. Par exemple, les dômes peuvent emmagasiner l'air chaud ascendant, alors que les parties basses peuvent constituer des puits pour l'air froid.

2.2 L'occupation des sites souterrains

Avant d'occuper des bâtiments les chauves-souris habitaient deux principaux types de gîtes, les arbres et les grottes (dont les fissures dans les rochers). Alors que les gîtes arboricoles sont temporaires (leur occupation est probablement plus courte que la vie de la plupart des chauves-souris), les grottes fournissent des gîtes permanents qui peuvent être utilisés par des générations de chauves-souris. Cette différence de disponibilité se reflète dans le mode d'occupation des gîtes par les chauves-souris, même dans les bâtiments. Les espèces arboricoles, comme *Nyctalus noctula*, ont tendance à changer de gîte très souvent, alors que les espèces cavernicoles, comme les Rhinolophes, restent généralement fidèles aux mêmes sites pendant toute leur vie.

Selon la température les chauves-souris peuvent utiliser des gîtes souterrains tout au long du cycle annuel. En Europe du Nord, où les températures moyennes annuelles sont basses, ces sites sont surtout utilisés en hibernation, très rarement en période d'élevage des jeunes. Des espèces telles que les Rhinolophes, qui normalement se reproduisaient en milieu souterrain, utilisent maintenant les bâtiments où les températures sont plus élevées. En Europe du Sud, les températures moyennes plus élevées offrent la possibilité d'hiberner et de procréer en milieu souterrain à un plus grand nombre d'espèces de chauves-souris.

Les chauves-souris préfèrent les complexes souterrains dynamiques avec une ventilation et, par conséquent, des variations de température. Les sites d'hibernation sont également choisis en fonction de leur température, variable selon les espèces. Dans les systèmes dynamiques simples comme les tunnels fermés ou les passages horizontaux, où circulent des courants de convection, le volume, la configuration et l'aspect peuvent influencer considérablement la température interne. La ventilation apporte de l'air chaud en été et de l'air froid en hiver (figure 1). De l'air chaud peut s'accumuler dans les dômes et cloches et de l'air froid peut se déposer dans les parties situées en dessous de l'entrée. La végétation environnante et la topographie sont également très importantes car les chauves-souris recherchent souvent le couvert aux abords de leur gîte. Les systèmes non dynamiques sans ventilation sont souvent trop chauds pour l'hibernation, mais ils peuvent servir de gîte estival temporaire.

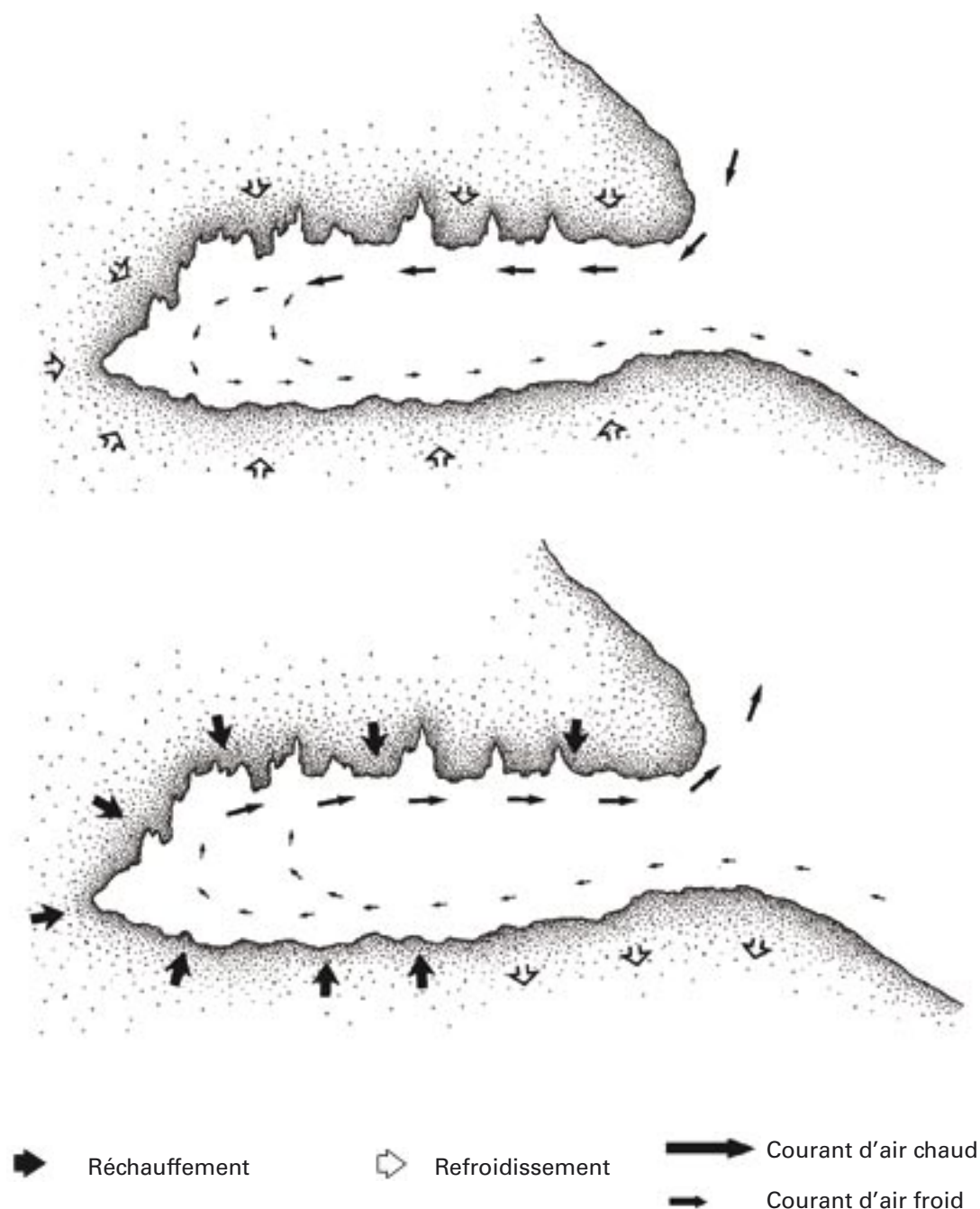


Figure 1. Ventilation des sites souterrains. En profondeur la température est proche de la moyenne annuelle de la zone. En été, lorsque la température externe est plus élevée que celle de la cavité, l'air chaud qui pénètre se rafraîchit au contact des parois, devient plus dense et s'écoule vers le bas. En hiver, la ventilation s'inverse, l'air froid extérieur se réchauffe et s'élève dans la cavité. Les dômes sont toujours les sites les plus chauds.



3 Les menaces sur les sites

3.1 Dérangements

Bien que les chauves-souris soient capables de tolérer certaines perturbations pendant la période d'élevage des jeunes ou l'hibernation et qu'elles puissent s'adapter à des activités humaines modérées, des dérangements excessifs sont susceptibles de provoquer l'abandon d'un site ou d'être une cause de mortalité. Les chauves-souris peuvent occuper certains grands systèmes souterrains visités par des spéléologues, informés de leur vulnérabilité et respectueux de leur tranquillité. Néanmoins, dans de nombreux cas les chauves-souris ont été affectées par cette activité et des sites importants ont déjà été abandonnés. L'augmentation de la fréquentation d'un nombre de sites croissant pour des loisirs de plein-air et d'aventure et d'un tourisme diffus est une source de dérangement non négligeable, d'autant que ces visiteurs ont moins conscience de l'impact de leur comportement que les membres de clubs spécialisés. La fréquence des visites est un autre problème : les centres de loisirs de plein-air accueillent du public en général toute la semaine, aussi les visites des sites par un public relativement inexpérimenté peuvent être fréquentes.

Certains sites sont accessibles sans aucun équipement spécial et aucune préparation. Les dérangements occasionnels par des curieux peuvent être un problème, tout comme le vandalisme, l'allumage de feux, le dépôt de déchets toxiques ou même la destruction intentionnelle des chauves-souris.

3.2 Destruction, aménagement ou changement d'usage

Les sites souterrains peuvent subir de nombreuses atteintes qui affectent leur occupation par les chauves-souris. Pour des raisons de sécurité et de responsabilité, nombre d'administrations locales, d'autorités nationales et de propriétaires ont été contraints à boucher des puits et galeries abandonnés et, parfois, à fermer des grottes ou des entrées de telle façon que les chauves-souris ne peuvent plus y accéder. Même si des sites restent accessibles, leur fermeture partielle peut en altérer la ventilation et par suite leur régime de température. Dans certaines régions la perte de gîtes potentiels d'hibernation se poursuit. Des tunnels sont utilisés comme sites de stockage, champignonnières ou stands de tir, ou bien rouverts à leur fonction première ; des grottes ont été ouvertes au public pour des visites touristiques, des carrières souterraines et mines ont été exploitées à nouveau. Même si une caverne ou une mine reste ouverte les chauves-souris peuvent être affectées par la fermeture partielle du site, aussi l'organisme national en charge de la protection de la faune devrait toujours être consulté avant travaux.

Des changements relativement minimes de la topographie, interne ou externe, d'un site peuvent avoir des conséquences sur son occupation par les chauves-souris, à travers notamment une modification de la ventilation et, par suite, de la température et de l'hygrométrie. Certains changements, bien planifiés, peuvent être bénéfiques, mais d'autres entraîneront assurément une dégradation de la fréquentation du site.

4 Protection des sites

4.1 Protection légale

Les chauves-souris sont protégées dans tous les pays d'Europe, mais les textes et leur application sont extrêmement variables.

Dans l'Union Européenne la protection des chauves-souris et de leurs gîtes de reproduction et de repos, relève de la Directive 92/43/EEC du 21 mai 1992 sur la protection des Habitats naturels, de la Faune et de la Flore sauvages. Toutes les espèces de chauves-souris sont listées dans l'annexe IV Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte et une douzaine d'espèces sont listées dans l'annexe II, qui exige la désignation de Zones Spéciales de Conservation. Les Etats membres doivent transcrire ces exigences dans la législation nationale qui se rapporte à la Directive.

Beaucoup de pays européens sont aussi signataires de la Convention de Berne qui requiert des mesures de protection strictes pour les espèces listées dans l'annexe II. Cela concerne toutes les chauves-souris sauf *Pipistrellus pipistrellus* (*sensu lato*) qui est listée dans l'annexe III. Des informations complémentaires peuvent être obtenues sur le site de la Convention de Berne.

Toutes les Parties à l'Accord relatif à la conservation des populations de chauves-souris d'Europe (UNEP/EUROBATS) ont aussi adhéré à la Convention de Bonn. Toutes les espèces de chauves-souris sont listées dans l'annexe II de cette convention, considérant que toutes sont des espèces migratrices qui peuvent faire l'objet d'Accords. Ainsi les Parties à l'Accord EUROBATS acceptent des contraintes spécifiques à la conservation des chauves-souris et de leurs

habitats. Ils reconnaissent que la protection des sites souterrains majeurs et le suivi des populations sont essentiels pour atteindre cet objectif.

Nombreuses sont les espèces de chauves-souris inscrites sur la liste rouge de l'UICN en raison de leur statut de conservation défavorable. Bien que cette inscription n'implique pas de contrainte de protection, elle est utilisée par les Etats pour identifier les espèces à protéger.

4.2 Concertation avec les autres usagers

4.2.1 Clubs spéléologiques et visiteurs de souterrains

Le code de la propriété foncière varie en Europe, certaines grottes sont des propriétés privées, d'autres appartiennent à l'Etat. Néanmoins, dans beaucoup de pays, des clubs spéléologiques ou groupes d'amateurs de mines, fortifications et autres souterrains (historiens, géologues,...) ont un rôle important dans la protection des grottes et la régulation des visites. L'accès à de nombreuses cavités est restreint pour des raisons de sécurité, pour éviter le pillage de minéraux ou de dépôts archéologiques, pour protéger des concrétions ou des productions rupestres, ou pour sauvegarder l'approvisionnement en eau. Les clubs spéléologiques peuvent détenir les clés de portes, grilles ou clôtures et réguler le nombre de visiteurs selon un accord passé avec le propriétaire ou l'Etat.

Comme les clubs spéléologiques et amateurs de souterrains responsables ont intérêt à protéger le milieu souterrain, faune incluse, il est très important qu'une collaboration



s'instaure avec les protecteurs de chauves-souris, permettant ainsi la protection de cavités avec l'accord des deux parties.

Tous les clubs organisent des formations pour apprendre à leurs membres à maîtriser les difficultés inhérentes au milieu souterrain et à protéger cet environnement. A ces occasions les protecteurs des chauves-souris doivent pouvoir sensibiliser les spéléologues et amateurs de souterrains à la vulnérabilité de ces espèces et aux actions qu'ils pourraient engager pour les protéger.

4.2.2 Le classement des sites

Pour entretenir de bonnes relations avec les spéléologues les protecteurs de chauves-souris ne doivent pas demander des restrictions d'accès aux sites inutiles, toutes les restrictions de lieu et de date doivent être justifiées et expliquées. Pour ce faire il paraît bon de développer une classification des cavités, en accord avec le régime de la propriété et de leur exploitation.

Cette classification reposera sur différents niveaux d'intérêt pour les chauves-souris et différents degrés de restriction des activités souterraines. Un exemple est donné ci-dessous.

4.2.3 Code de protection

Rédiger un code de protection, qui s'appuie sur la nécessité de protéger les chauves-souris et définit le comportement des visiteurs, est une étape importante du dialogue avec les usagers des sites souterrains. Il est également important que les protecteurs de chauves-souris respectent les autres intérêts de protection tels que les formations minérales dans les grottes, les témoins historiques dans les mines et autres sites artificiels. Un exemple de code de conservation basé sur celui de Grande Bretagne est donné page 11. Il devra probablement être adapté aux conditions locales, mais la plupart des éléments principaux sur les chauves-souris devront être maintenus.

| | Intérêt pour les chauves-souris | Recommandations aux visiteurs |
|---|--|--|
| 1 | Pas d'intérêt connu | Pas de restriction de visite. Signaler l'éventuelle présence de chauves-souris. |
| 2 | Petit nombre de chauves-souris | Pas de restriction de visite. Se conformer au code de protection. |
| 3 | Présence saisonnière de chauves-souris en grand nombre | Accord sur des restrictions saisonnières des visites. Ne pas visiter certaines parties des cavités pendant la saison de fermeture. Se conformer au code de protection le reste du temps. |
| 4 | Présence de chauves-souris en grand nombre toute l'année | Cavité fermée toute l'année. Visite limitée à de petits groupes après accord. Un plan de gestion peut indiquer le nombre de personnes admises et les itinéraires autorisés. |

Exemple de code de protection des chauves-souris

Les grottes et les mines, leurs richesses minérales, leur rôle historique et leur faune, appartiennent à notre patrimoine national. Tous les visiteurs des sites souterrains s'appliqueront à sauvegarder ces sites pour les générations présentes et futures.

Suivez toujours les consignes de sécurité et de protection données par les associations de spéléologues, d'archéologues et historiens des mines. Demandez aux groupes locaux les exigences en termes d'accès et de sécurité. La plupart des chauves-souris qui hibernent sont très difficiles à voir car elles se blottissent dans des fentes ou des crevasses. Que vous ne les voyiez pas ne signifie pas qu'elles ne sont pas là!

Il est demandé à ceux qui visitent les gîtes de chauves-souris pour des raisons telles que les loisirs, de se conformer au code de protection volontaire et de respecter toutes les restrictions spéciales associées aux sites importants pour les chauves-souris. Le dérangement présente de telles conséquences que l'étude des chauves-souris dans les sites souterrains doit être limitée à quelques personnes autorisées après une formation validée par une autorité. Ces autorisations sont accordées pour des inventaires et suivis des populations, dûment contrôlés, plus occasionnellement pour des recherches scientifiques.

Le contact avec les chauves-souris

- Ne capturez pas les chauves-souris (sauf avec autorisation et seulement des animaux actifs en cas de nécessité). Faites aussi attention à ne pas déloger les chauves-souris de leurs gîtes de repos, surtout quand vous traversez des passages bas.
- Ne photographiez pas les chauves-souris au repos. Les flashes sont perturbants.
- Ne réchauffez pas les chauves-souris hibernantes. Cela peut provoquer leur réveil. Evitez de stationner au-dessous ou de rester dans des étroitures car la chaleur de votre corps est suffisante pour les réveiller.
- Ne dirigez pas de lumière sur les chauves-souris. La lumière et la chaleur peuvent chacune occasionner le réveil. N'utilisez pas de lampes à carbure de calcium à l'intérieur des gîtes de chauves-souris en raison de la chaleur et de la fumée qu'elles dégagent.
- Ne fumez pas et ne faites pas de bruit dans les cavités. Toutes sortes de stimuli, dont les cosmétiques, peuvent réveiller les chauves-souris.
- N'emmenez pas de grands groupes dans des gîtes d'hibernation. Les exercices de sauvetage seront aussi évités lorsque les chauves-souris sont présentes.
- N'allumez pas de feu à l'entrée des sites souterrains, la fumée pouvant également réveiller les chauves-souris.
- Demandez conseil avant tout dynamitage ou creusement. Les explosifs peuvent causer des nuisances liées à la détonation ou à la fumée. Dans les gîtes de chauves-souris, les explosions devraient être limitées à l'été ou dans les secteurs non occupés par les chauves-souris. Les creusements peuvent altérer le microclimat des gîtes.

D'après A. M. Hutson, S. Mickleburgh & A. J. Mitchell-Jones (1995) : Bats underground : a conservation code. Bat Conservation Trust, London.

4.2.4 Information et sensibilisation

Bien que certains protecteurs des chauves-souris préfèrent ne pas divulguer la localisation des gîtes importants, la pose de panneaux d'information s'avère nécessaire pour expliquer les raisons d'interdiction au site. Ceci nécessite l'accord du propriétaire et une évaluation du risque de vandalisme. Enfin, si la présence de chauves-souris ne peut être divulguée, l'alternative est d'apposer un panneau indiquant que le site est fermé pour des raisons de sécurité. Si le site est interdit d'accès pendant une partie de l'année (suite à un accord avec les spéléologues par exemple), le panneau relate cet accord indiquant les périodes d'ouverture de la cavité.

Certaines cavités importantes sont sujettes à dérangement par des touristes occasionnels parce que leur entrée est proche d'un chemin balisé. Il convient alors d'envisager un détournement et/ou une modification du balisage pour limiter l'approche du site.

4.3 Protections physiques

4.3.1 Remarques générales

Les mesures de protection le plus souvent nécessaires pour les grottes et les mines sont les protections physiques contre les dérangements excessifs. Généralement des grilles sont installées qui permettent le libre passage des chauves-souris, mais pas des humains ; mais d'autres protections comme des clôtures peuvent être nécessaires dans certains cas. Si une grille ou une clôture doit être installée, il est important de contrôler la fréquentation du site par les chauves-souris avant et après les travaux pour vérifier les effets positifs ou négatifs du dispositif.

Dans certaines circonstances les chauves-souris réagissent de façon négative à la présence de grilles. C'est le cas pour *Minopterus schreibersii* pendant toute l'année, et pour *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus mehelyi*, *Myotis myotis* et *Myotis blythii* principalement en période de gestation et d'élevage des jeunes. Des observations au Portugal et en France ont montré que :

- au moins à court ou moyen terme les chauves-souris abandonnent les grottes fermées par une porte,
- la vitesse de vol diminue,
- la hauteur de vol s'abaisse,
- le nombre de passages en vol autour de l'entrée augmente,
- le nombre d'atterrissages sur le sol, sur les murs ou même sur les grilles augmente.

Ces observations, confirmées par des études réalisées en France, indiquent que les grilles ne sont pas des dispositifs adéquats pour protéger les gîtes de reproduction de ces espèces ; des clôtures ou autres dispositifs de sécurité devront être utilisés. Une attention particulière devra être portée à la protection de tous les gîtes estivaux occupés par des colonies puisque le nombre de chauves-souris qui passent à travers les grilles (plusieurs fois par nuit) est beaucoup plus élevé qu'en hiver (un à quelques passages par mois). Les sites utilisés pour le "comportement de regroupement" automnal seront traités comme les gîtes estivaux puisqu'ils connaissent une intense activité.

Grilles et clôtures devront être soigneusement étudiées au préalable pour que l'opération réussisse et un certain nombre de points doivent être pris en compte.

- L'autorité responsable de la protection de la nature au niveau régional ou national devra être consultée si le site est déjà occupé par des chauves-souris. Des grilles ou clôtures peuvent s'avérer préjudiciables si elles ne sont pas correctement dessinées et placées, un conseil avisé est nécessaire. L'autorité responsable pourra souhaiter disposer d'une liste de tous les gîtes et de leurs protections. Grilles et clôtures peuvent coûter cher ; l'autorité responsable peut éventuellement participer aux dépenses pour la protection de gîtes de chauves-souris et suggérer d'autres sources de financement.

- Les espèces utilisatrices du site, en toutes saisons, devraient être identifiées avant l'installation du dispositif de protection, certaines espèces répugnant à traverser des grilles ; dans ce cas des clôtures devront être utilisées. Le dispositif ne devra pas être installé à une période qui pourrait induire des perturbations.

- L'impact de la grille ou de la clôture devrait être préalablement évalué en la matérialisant par un dispositif amovible (bandes plastiques) et en réalisant une étude de la fréquentation subséquente du site (fréquence des entrées et des sorties).

- Une autorisation devra être demandée au propriétaire et à tous les locataires. Une convention de gestion définira les responsabilités et les conditions d'accès au site. Beaucoup de propriétaires apprécieront l'installation et l'entretien d'une grille ou clôture, qui contribuera à la sécurité du site et évitera l'accès non autorisé. Nombre d'organisations non gouvernementales ont l'expérience de telles conventions et accepteront de fournir leur aide.

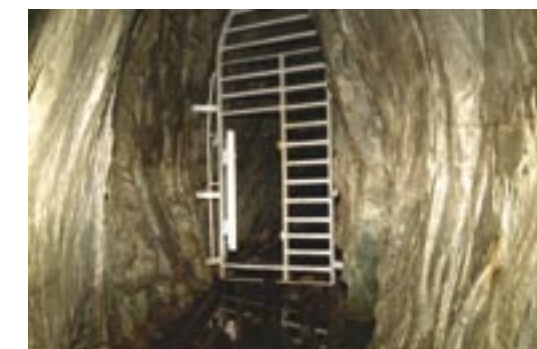
- Au cas où des spéléologues, des archéologues, des géologues ou autres groupes fréquentent le site, le droit de visite devra être négocié avant le début des travaux. Une telle démarche est indispensable pour éviter des dégâts ultérieurs répétés, voire une destruction de la grille ou de la clôture.

- Dans les sites urbains à haut risque, un suivi périodique ou continu de la grille ou de la clôture peut être réalisé par une entreprise spécialisée, un dispositif de détection des intrusions, voire par télésurveillance.

4.3.2 Grilles

Pour être efficaces et sûres les grilles, à barreaux horizontaux, doivent être conçues et fabriquées spécialement pour le site, tout en considérant les points suivants.

- L'espace entre les barreaux est très important car des chauves-souris, comme les rhinolophes, répugnent à voler à travers des espaces étroits. Un espace de 150 mm entre les barreaux horizontaux est recommandé, mais il peut être trop large pour éviter le passage d'enfants aussi un espacement plus étroit sera approprié pour certains sites ou pour les parties basses de la grille ou lorsque la réglementation l'impose.



Grille à l'entrée d'une mine près d'Oslo, Norvège, utilisée pour l'hibernation par un petit nombre de chauves-souris.

Un espace de 130 mm semble être un compromis dans ces cas, même s'il a été observé une modification du comportement de *Myotis* sur un site de regroupement automnal en Grande Bretagne.



Grille fermant une carrière dans le Kent, Grande Bretagne : site d'importance locale.

Lors du dessin de la grille il est nécessaire de vérifier que l'espace entre les barreaux est correctement pris en compte par l'artisan qui habituellement mesure les longueurs depuis le centre des barreaux. Par exemple avec des barreaux de 20 mm de diamètre (rayon = 10 mm) un espace de 150 mm entre les barreaux correspond à une distance de 170 mm entre les centres. Ceci peut être la cause d'une erreur coûteuse!



Grille fermant une carrière de craie dans le Norfolk, Grande Bretagne.

- Si les barreaux horizontaux sont distants de 130 - 150 mm, les montants verticaux seront plus espacés, mais un trop grand espacement peut rendre la grille vulnérable au vandalisme, les barreaux pouvant facilement être forcés avec un outil comme par exemple un cric. L'espacement exact sera choisi en fonction de la taille de la grille, dans une fourchette de 450 - 750 mm, l'espacement le plus large étant préféré par les grands rhinolophes.

- Toutes les grilles devraient être conçues pour permettre l'accès au site des personnes autorisées et pour raison de sécurité. Pour les petites ouvertures il peut être plus efficace que toute la grille soit associée à un cadre sur charnière.



Grille à l'entrée d'une petite mine sous le niveau du sol, Grande Bretagne.

Cela sera surtout approprié dans le cas où des portes d'accès doivent être grillagées car le cadre, les charnières et la serrure peuvent être cachées derrière le cadre de la porte. Les grilles plus larges devront être entièrement fixées avec seulement une porte d'au moins 500 x 500 mm. La porte pourra être montée sur charnières ou bien coulissante selon les circonstances. Si des charnières doivent être utilisées, elles devront être robustes ou bien dissimulées pour ne pas être sciées facilement.



Grille à l'entrée d'une grande mine dans le sud Limbourg, Pays Bas.

- La serrure devrait être la partie de la grille la plus faible de telle sorte qu'un visiteur déterminé soit tenté de détruire ce composant relativement bon marché et remplaçable plutôt que la grille elle-même. Néanmoins, elle ne devra pas être trop vulnérable et sera ajustée de façon à ce qu'elle ne soit pas facile à casser ou à forcer, tout en demeurant facile à remplacer au cas où elle serait endommagée irrémédiablement. Dans certains cas au contraire la serrure sera dissimulée de manière à ne pas indiquer de point de forçage particulier.



Grille de grande taille dans le Lambertsberg, Allemagne.

- Le matériau de construction devrait être choisi selon la vulnérabilité du site et les finances disponibles. Pour des sites, où le risque de vandalisme est relativement faible, de l'acier doux semble être approprié. Bon marché, il est peu résistant et rouille assez rapidement. En revanche la grille peut être taillée, ajustée et soudée sur place avec un équipement portable. Pour des sites à plus fort risque ou qui nécessitent une grille préfabriquée, de l'acier moulé sera utilisé au moins pour les portions de grilles les plus vulnérables.



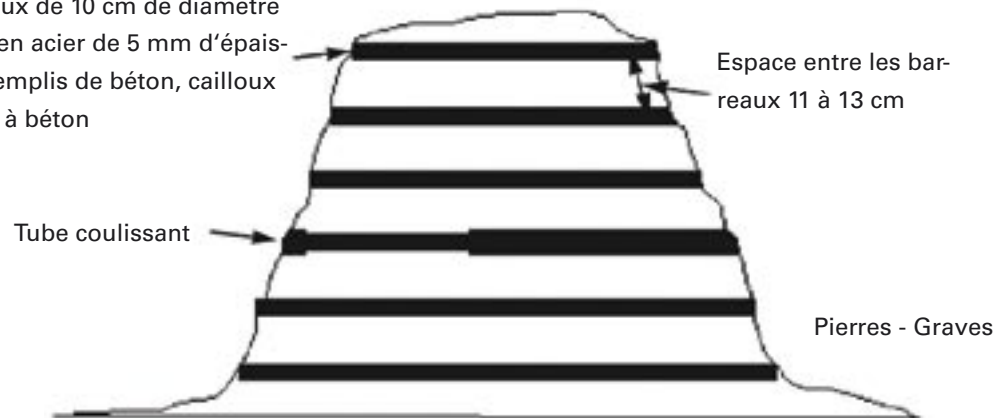
Porte de haute sécurité à Gauberg, Allemagne.

Des barreaux renforcés de 20 ou 25 mm de diamètre sont disponibles et assurent une bonne résistance à la rouille et à l'effraction. Des aciers plus durs, comme les alliages de manganèse, sont aussi disponibles, mais ils sont généralement coûteux et peuvent être difficiles à couper et à souder. Il convient de demander conseil sur les différents aciers au vendeur ou au fabricant. Pour un risque de vandalisme particulièrement élevé il est préférable d'utiliser une grille composée de tubes en acier de 100 mm (épaisseur 8 mm) remplis de béton, cailloux et fers à béton (figure 2) qui résistent à la découpe à la scie circulaire et à l'écartement, même avec un fort cric (www.cpepesc.org/article.php3?id_article=354).

Des grilles peuvent aussi être assemblées avec des rails dont l'aspect massif sera dissuasif, tout en prenant garde qu'elles n'affectent pas la ventilation de la cavité. Les grilles de petite ou moyenne taille peuvent en général être préfabriquées avec barreaux et équerres et, si nécessaire, ajustées sur place. Les grandes grilles peuvent être préfabriquées par parties, qui sont vissées ou soudées lorsqu'elles sont ajustées.

- Il est souvent utile de protéger les grilles contre la rouille, soit par galvanisation au cours de la fabrication (à chaud par immersion) ou en les recouvrant d'une substance antirouille.

Barreaux de 10 cm de diamètre creux en acier de 5 mm d'épaisseur remplis de béton, cailloux et fers à béton



Principe du tube coulissant

Clavette

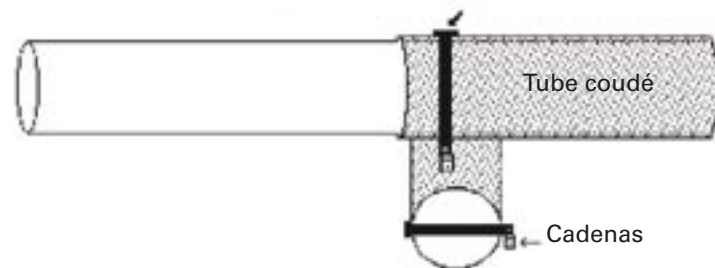


Figure 2. Grille utilisée en France. Les tubes d'acier, remplis de béton, cailloux et fers à béton, résistent à la découpe à la scie circulaire.

Des peintures de résine époxy peuvent aussi être utilisées, par contre des peintures à odeur persistante, comme le bitume, sont à éviter.

- Avec un plan précis et une construction soignée il sera possible de fabriquer une grille extrêmement solide et résistante au vandalisme. Néanmoins, il ne faut pas oublier qu'aucune grille ne résiste aux chalumeaux les plus puissants ou aux scies électriques et qu'une attaque organisée et déterminée viendra à bout de n'importe quelle grille. Les dépenses pour la réparation seront alors proportionnelles au coût initial.

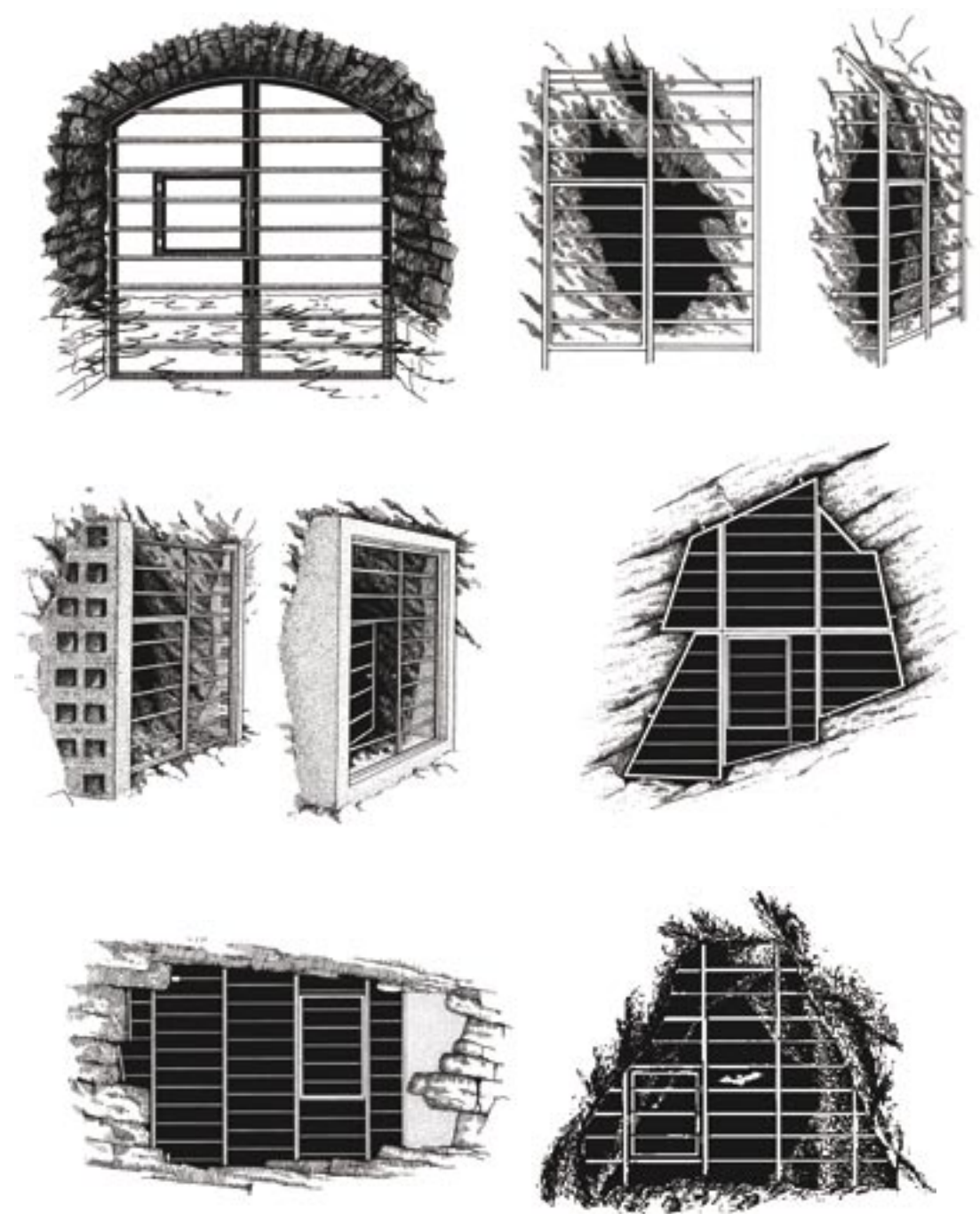


Figure 3. Exemples de grilles pour des entrées horizontales. Les grilles peuvent être plus grandes que l'entrée et scellées dans le rocher, ajustées à l'intérieur de l'entrée avec des chevilles et boulons, ou bien encastrées dans un cadre de béton pour régulariser et stabiliser l'entrée. Les grandes grilles larges peuvent être préparées en sections qui seront vissées ou soudées sur le site. Une porte d'entrée fermant à clef devrait toujours être ménagée.

Il est par ailleurs préférable que la grille soit visible de l'extérieur de la cavité pour dissuader d'éventuels actes de vandalisme.

- La grille doit être placée de façon à ne pas perturber la ventilation de la cavité. Il n'est généralement pas conseillé de placer la grille à l'endroit le plus étroit d'une entrée où elle pourrait affecter sérieusement la ventilation. Si l'endroit le plus étroit apparaît être le plus logique pour installer la grille, par exemple à l'entrée, il faudra minimiser son impact, surtout au niveau du sol et du plafond.

- La grille doit être solidement scellée dans un rocher solide s'il en existe. Il est inutile d'ajuster soigneusement une grille robuste si elle peut simplement être enlevée en creusant autour ou en l'arrachant. Une méthode courante pour placer une grille consiste à creuser une série de trous autour de l'entrée et d'y sceller des barreaux en acier qui sont ensuite soudés à la grille. Cette méthode n'est pas toujours appropriée, car elle nécessite le transport sur place d'un chalumeau ; de plus il est difficile de souder des barreaux d'acier moulé de forte section avec un appareil portable. Une alternative consiste à pourvoir la grille d'ergots ou de bordures en acier qui sont ensuite solidement ancrés dans le rocher à l'aide de boulons. Les têtes de boulons sont ensuite découpées ou soudées au cadre pour garantir un maximum de sécurité. Pour les sites en roche dure des boulons courts suffisent, mais pour les sites en calcaire ou autre substrat tendre les boulons devront s'enfoncer jusqu'à 900 mm dans le rocher. Pour les sites aux entrées instables ou de forme irrégulière il faudra probablement construire sur place un cadre en béton armé avant d'ajuster la

grille. Si le substrat est de mauvaise qualité il peut être préférable de construire un site de remplacement plutôt que de fermer un site qui pourrait s'effondrer rapidement.

- Dans la plupart des cas, la base de la grille doit être enfoncée dans une base en béton coulée dans le sol. Il conviendra de respecter le niveau originel du sol pour ne pas modifier la ventilation. La tranchée devrait être profonde d'au moins 300 mm pour éviter que des visiteurs ne creusent en dessous. Dans la terre meuble ou la glaise, le dispositif sera renforcé par des barreaux enfoncés au fond de la tranchée, puis noyés dans le béton en surface. Pour les petites entrées il peut être préférable de poser une porte avec une ouverture de type boîte aux lettres.

- La grille doit être contrôlée régulièrement et restaurée au besoin. Une forte grille dans une zone à faible risque n'aura probablement pas besoin de réparations pendant des années ; elle devrait cependant être contrôlée régulièrement. Dans des zones à haut risque la réparation rapide de tout dégât découragera les intrusions, les visiteurs ayant à travailler dur pour accéder au site à chaque fois.

- Les grilles placées au-dessus de puits verticaux doivent être fixées sur un soubassement pour les surélever du sol ce qui limite la pénétration des autres animaux ou des feuilles mortes. Les chauves-souris semblent capables de voler à travers les grilles horizontales sans difficulté ; néanmoins des modèles avec des grilles verticales sur les côtés sont aussi proposés.

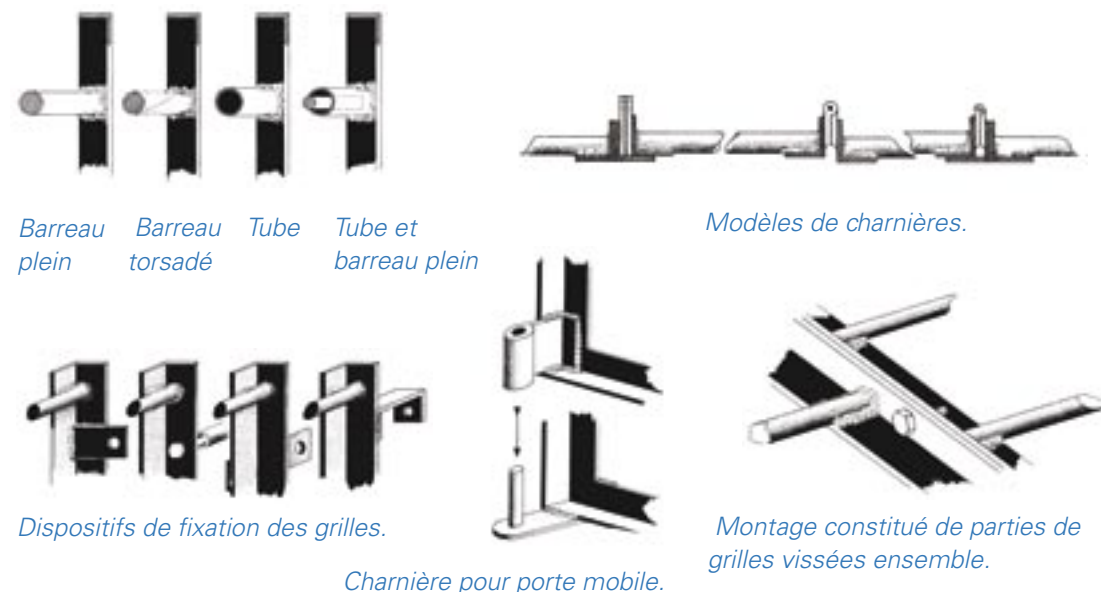


Figure 4. Détails de la fabrication des grilles.

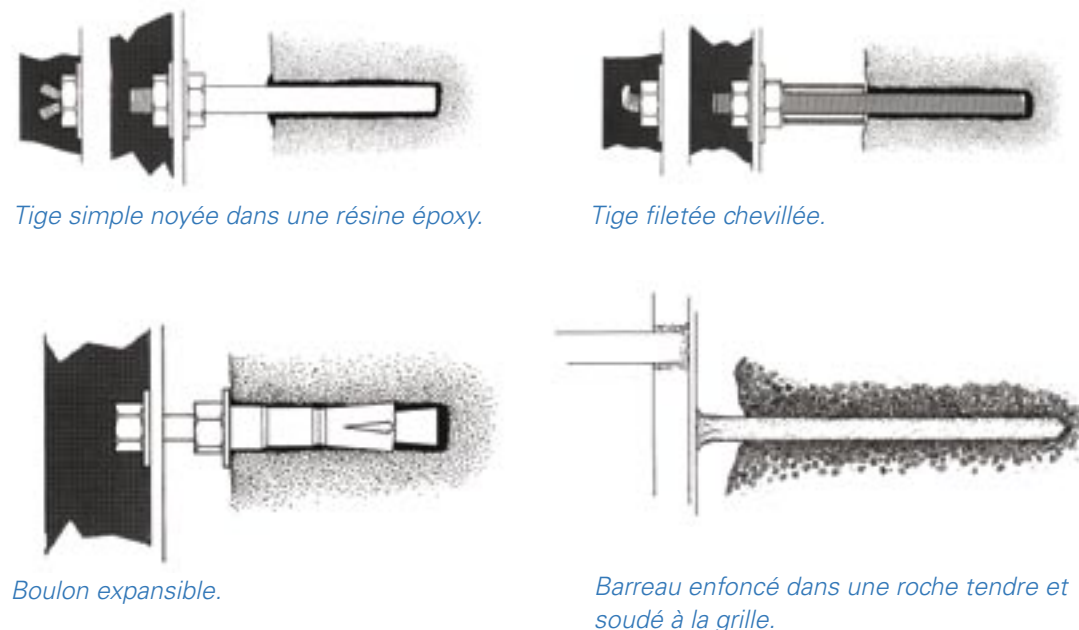


Figure 5. Méthodes de fixation des grilles. Pour les boulons, les têtes seront fendues, écrasées ou soudées pour éviter qu'ils puissent être dévissés facilement.

Tunnel de Greywell, Hampshire, Angleterre

L'effondrement de cette canalisation souterraine en briques voilà plusieurs années a isolé deux parties de longueur inégale, 800 m pour l'une, 100 m pour l'autre. La plus longue est connectée avec le reste du canal alors que la plus courte s'ouvre dans un bois sur un canal asséché. L'importance du site pour les chauves-souris a été détectée pour la première fois dans les années soixante-dix et des recensements hivernaux ont été réalisés presque toutes les années depuis lors. *Myotis nattereri* est l'espèce dominante, associée à quelques *M. daubentonii* et parfois à des *M. mystacinus/brandtii*.



Entrée du tunnel de Greywell, Grande Bretagne.

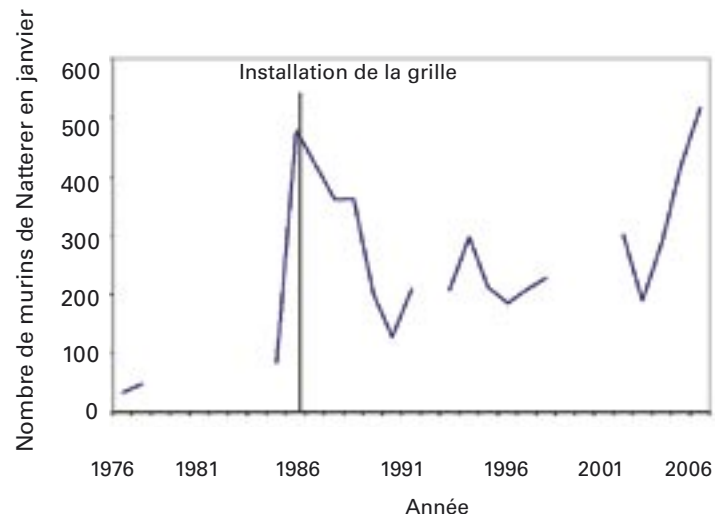


Figure 6. Fréquentation hivernale du tunnel de Greywell, Angleterre, par le Murin de Natterer (*Myotis nattereri*) qui représente plus de 90% de l'effectif des Chiroptères.

En 1985 la canalisation a été fermée par une grille pour en interdire l'accès. La grille est constituée de barreaux d'acier de 25 mm de diamètre espacés de 170 mm. Galvanisée après montage, elle a été fixée par des boulons aux parois du tunnel.

Bien que les données avant fermeture soient peu nombreuses, rien n'indique que la fréquentation du site a été affectée. Un déclin a été constaté dans les années quatre-vingt-dix, mais un examen approfondi des données suggère une forte corrélation entre la température hivernale et le nombre de chauves-souris ; les années quatre-vingt-dix ont connu des hivers doux. Plus récemment, les effectifs en hibernation ont augmenté avec un record en janvier

2006. Le site est aussi utilisé en automne pour le comportement de regroupement par nombre d'espèces, dont certaines n'ont jamais été observées en hiver. Ainsi, en septembre et octobre, des captures à l'entrée ont permis d'identifier *Myotis nattereri*, *M. daubentonii*, *M. mystacinus*, *M. brandtii*, mais aussi *M. bechsteinii*, *Plecotus auritus* et *Pipistrellus pipistrellus*.



Grille à l'entrée du tunnel de Greywell, Grande Bretagne.

D'après A. J. Mitchell-Jones, Natural England, Grande Bretagne.

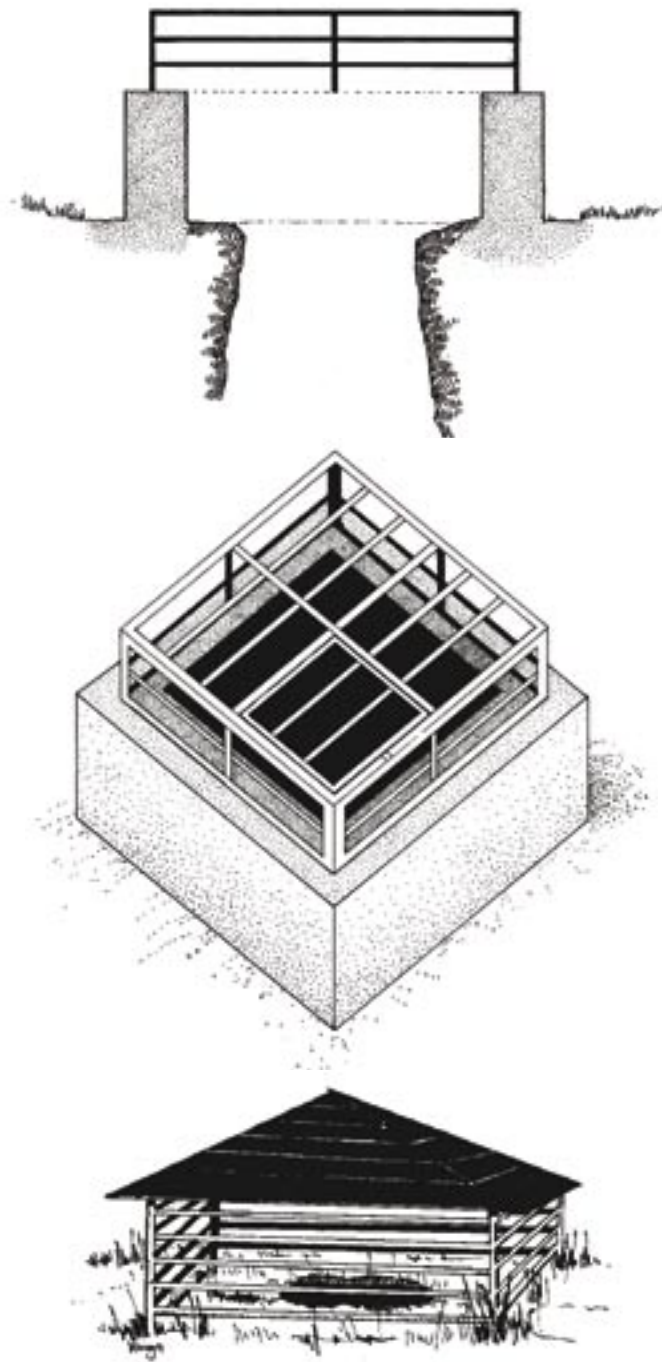


Figure 7. Grilles pour équiper des puits. Des grilles horizontales ne devraient pas être placées au niveau du sol pour des raisons de sécurité et parce qu'elles peuvent être obstruées par la végétation. Il pourrait être nécessaire de stabiliser la partie haute de la cavité ou du puits. Les chauves-souris ne semblent pas avoir de difficultés à voler vers le haut d'un puits et donc à travers une grille verticale.

4.3.3 Clôtures

Les clôtures sont généralement moins efficaces que les grilles pour éviter les intrusions, mais sont parfois la seule option, par exemple pour équiper les sites qui hébergent des espèces connues pour répugner à franchir des grilles. Plusieurs modèles de clôtures sont disponibles, les grillages soudés présentant la meilleure résistance pour un surcoût modéré par rapport au treillis métallique facile à sectionner.

- Idéalement les clôtures devraient être installées à plus de 5 mètres de l'entrée pour ne pas gêner les déplacements des chauves-souris. Les barreaux verticaux devraient mesurer 2,5 m en hauteur et se terminer par une pointe tournée vers l'extérieur de 25 cm.
- Les clôtures ne devront jamais comporter de fil de fer barbelé, car des chauves-souris pourraient y rester accrochées.
- La base des clôtures devrait être scellée dans du béton coulé dans une tranchée creusée dans le sol sur au moins 100 mm.



Clôture de sécurité pour une grotte occupée par *Miniopterus schreibersii*, France.



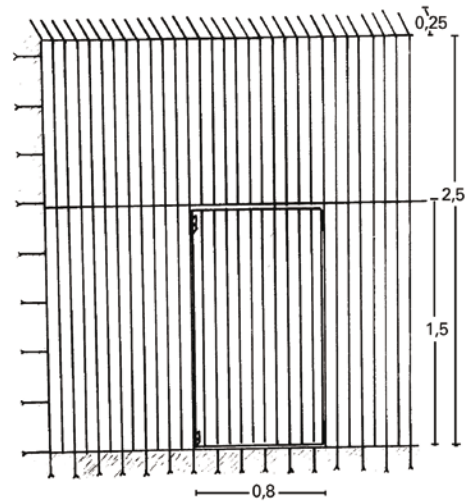
Clôture autour de l'entrée d'une mine importante au Portugal.



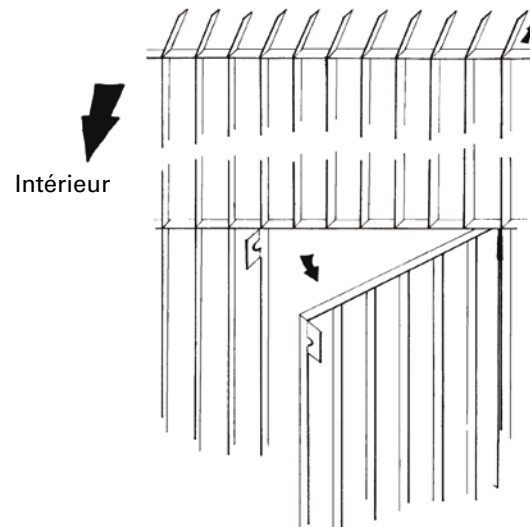
Porte dans la clôture.



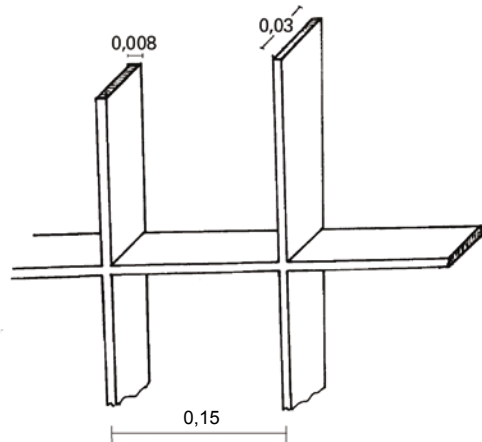
Mine clôturée en Croatie.



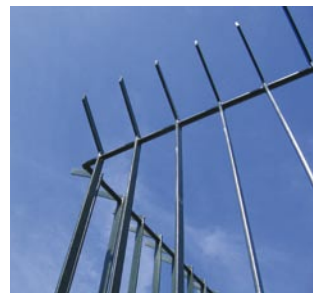
Clôture de sécurité : modèle classique.



Ouverture de la porte et disposition des pointes des barreaux.



Espacement entre les barreaux.



Détail du haut de la clôture.

4.3.4 Douves

Des douves autour de l'entrée et à l'intérieur de sites souterrains peuvent être très efficaces pour dissuader la plupart des visiteurs, mais pas les spéléologues qui sont en général équipés pour affronter les milieux humides. Si l'eau est disponible sur

le site il peut être possible de creuser une douve peu profonde ou bien de construire des petits barrages pour maintenir quelques centimètres d'eau (ou de boue) à l'entrée pendant la période d'occupation du site par les chauves-souris.

5 Gestion des sites

5.1 Gestion de l'environnement souterrain

En dehors de la régulation de l'accès par les visiteurs, les sites souterrains ne nécessitent généralement pas de gestion environnementale, qui pourrait avoir des effets négatifs pour la préservation de tous les intérêts. Si des modifications de l'environnement souterrain sont envisagées, il est indispensable de bien s'informer avant d'entreprendre les travaux.

Les mines abandonnées et autres structures artificielles peuvent être instables, aussi des travaux peuvent s'avérer nécessaires pour maintenir un environnement favorable ou éliminer certaines menaces qui pèsent sur le site.

5.1.1 Chutes de blocs ou écoulement du site

A moins que la chute d'un bloc n'obstrue une portion significative d'un site souterrain d'intérêt majeur, des mesures préventives sont peu justifiées. Les risques relatifs à la sécurité en milieu souterrain et le coût important des travaux excluent généralement de telles mesures. Si des travaux doivent cependant être entrepris, il faudra consulter un géologue qualifié et expérimenté pour définir la solution de meilleur rapport efficacité / coût.

5.1.2 Gaz toxiques

Quoique rares, des cas de chauves-souris mortes à la suite d'accumulation de gaz toxiques dans des mines abandonnées ont été rapportés. Cela arrive généralement lorsque des gaz, plus lourds que l'air, s'accumulent derrière un obstacle. Enlever l'obstacle est une éventualité qui nécessite de strictes

mesures de sécurité. Une alternative consiste à fermer la mine (ou une partie de la mine) pour prévenir d'autres accidents (y compris pour d'éventuels visiteurs).

5.2 Gestion des abords de l'entrée

5.2.1 Chutes de blocs et éboulements

Dans certains sites la nature de la roche peut induire un risque élevé d'effondrement du plafond ou d'éboulements. Cela concerne plus les mines abandonnées que les grottes qui sont, d'un point de vue géologique, plus stables. Les problèmes peuvent être aggravés par la croissance de grands arbres sur le substrat rocheux ou par les infiltrations d'eau.

Diverses solutions peuvent être envisagées et il est conseillé de consulter un géologue. Les principales actions consistent à :

- enlever les arbres surplombants et les rochers détachés,
- fixer les rochers détachés ou instables,
- placer un filet en acier au-dessus de l'entrée pour éviter les chutes de pierres,
- soutenir ou consolider l'entrée avec du béton ou des blocs cimentés,
- couler dans l'entrée des piliers en béton étayés par des rochers ou des moellons.

5.2.2 Bétail et grands mammifères

Les entrées de grottes ou de mines constituent parfois des refuges pour le bétail ou de grands herbivores sauvages, ce qui peut déranger les chauves-souris ou modifier les conditions environnementales du site. Des barrières ou clôtures appropriées seront installées pour éloigner les grands animaux.

5.2.3 Végétation

La gestion de la végétation à l'entrée des sites souterrains doit respecter un compromis entre la recherche par les chauves-souris de voies de déplacements protégées et l'invasissement de l'entrée qui affecterait soit les chauves-souris, soit la ventilation du site. En général, le but devrait être de conserver le maximum de végétation autour des entrées, les interventions devraient être réduites au minimum (pour les arbres voir 5.2.1).



Débroussaillage devant l'entrée d'une mine au Portugal.

5.2.4 Eclairage

L'éclairage artificiel autour des entrées des sites souterrains, ou sur les routes de vol empruntées pour les rejoindre, peut affecter les déplacements des chauves-souris à l'entrée et à la sortie du site. Il doit donc être évité. Si ce n'est pas possible en raison par exemple de la construction de nouveaux bâtiments et/ou d'un éclairage de rue, des efforts seront consentis pour préserver quelques routes de vol dans l'obscurité.

5.2.5 Gestion de l'environnement du site

Des activités extérieures comme brûler de la végétation ou entreposer des liquides volatiles qui peuvent modifier le microclimat interne du site, sont à éviter.

Les mines de Király-bányák, Hongrie

Les mines sont souvent menacées par l'effondrement des entrées qui les rend inexploitable par les chauves-souris. Le maintien des entrées peut s'avérer nécessaire et peut être associé à des travaux augmentant la capacité d'accueil des sites.

Dans les mines de Király-bányák quatre tunnels droits de 10 à 40 m de longueur étaient au bord de l'écroulement. Pendant les étés 2003 et 2004 de nouvelles entrées solides ont été construites. Chaque entrée est composée d'une arche de 6 m de long renforcée par deux murs en quinconce qui s'avancent de la paroi jusqu'au centre de la galerie. Ces murs ont assombri la cavité et augmenté la température à l'intérieur des mines. Depuis les travaux le nombre de chauves-souris (*Rhinolophus hipposideros* et *R. ferrumequinum*) a augmenté et de nouvelles espèces (*Barbastella barbastellus* et *Plecotus auritus*) se sont installées.



Entrée de la mine Király-bányák avant travaux de consolidation.



Entrée de la mine Király-bányák après travaux de consolidation.

D'après Z. Bihari, Hongrie.

6 La protection créative

Beaucoup de sites souterrains sont des gîtes potentiels pour les chauves-souris, mais, pour diverses raisons, ils sont peu ou pas occupés, notamment en hibernation. Outre les mesures pour éviter le dérangement déjà évoquées, les actions de protection créative présentées ci-après peuvent être entreprises. Toutefois une étude d'impact détaillée, complétée par une expérimentation à l'aide de dispositifs provisoires, devra précéder toute transformation.

6.1 Modifications de la ventilation, de la lumière et de la température

Les grottes et mines horizontales, faiblement ventilées, sont souvent trop chaudes pour l'hibernation de la plupart des espèces, mais leur capacité d'accueil peut être améliorée par l'ouverture d'entrées supplémentaires ou de bouches d'aération qui augmenteront la ventilation. Le but est d'atteindre une température interne de 0 à 9°C en janvier pendant les périodes les plus froides en Europe centrale et septentrionale ; des températures jusqu'à 12°C sont favorables en Europe méridionale. Dans tous les cas les exigences écologiques locales des espèces doivent être prises en compte. Si de telles transformations sont initiées, il faudra contrôler régulièrement le nombre et la position des chauves-souris hibernantes pour évaluer leur succès. Inversement, dans les tunnels, ouverts aux deux extrémités, la température est trop fluctuante et l'air trop sec pour les chauves-souris. Ces sites peuvent être aménagés par installation d'obstacles aux deux entrées ou au milieu du tunnel. La réduction de ventilation entraînera une augmentation de la tempé-

rature qui se rapprochera de celle d'un site souterrain horizontal.

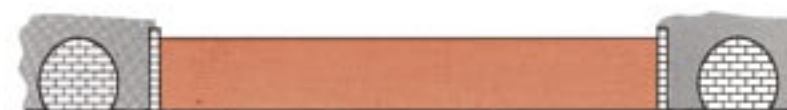
De simples galeries (conduites de drainage) ou tunnels, s'ils sont assez hauts, sont souvent favorables aux chauves-souris car, même faiblement ventilés, la relative stabilité de la température crée des courants de convection (figure 9). Des blocs ou des tas de terre à l'entrée peuvent faire obstacle à de tels courants, il sera nécessaire de les déplacer.

6.2 Réouverture de sites fermés

Beaucoup de sites souterrains ne sont plus accessibles aux chauves-souris suite à leur fermeture ou à un éboulement. Cela concerne des grottes, des mines, des tunnels, des glaciers, des fours à chaux et des caves. La réouverture de tels sites peut amener leur fréquentation par les chauves-souris, notamment pour l'hibernation. Avant d'entreprendre la réouverture un accord doit être conclu avec le propriétaire foncier pour garantir une protection à long terme. La réouverture d'un site, potentiellement dangereux, implique obligatoirement la pose d'une grille ou d'une autre protection interdisant la pénétration humaine.

6.3 Installation de gîtes additionnels

Bien que les chauves-souris puissent s'accrocher à des surfaces étonnamment lisses, beaucoup d'espèces préfèrent gîter dans des fissures ou des crevasses, surtout dans des sites froids où lorsque la ventilation est importante. Certains tunnels ou grottes naturelles manquent de tels gîtes et il est possible d'augmenter leur fréquentation en proposant des gîtes additionnels. Les chauves-souris peu-



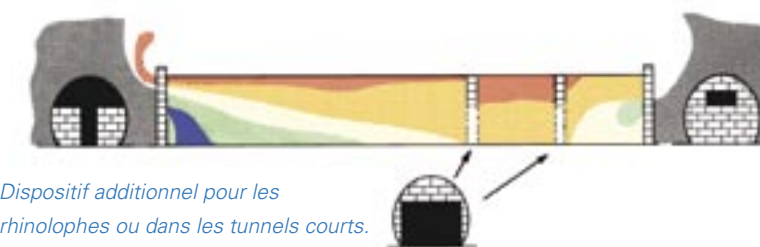
Totalement clos. La température est équilibrée, l'humidité relative de 100%.



Entièrement ouvert à partiellement clos. Habitat frais aéré à faible humidité relative.



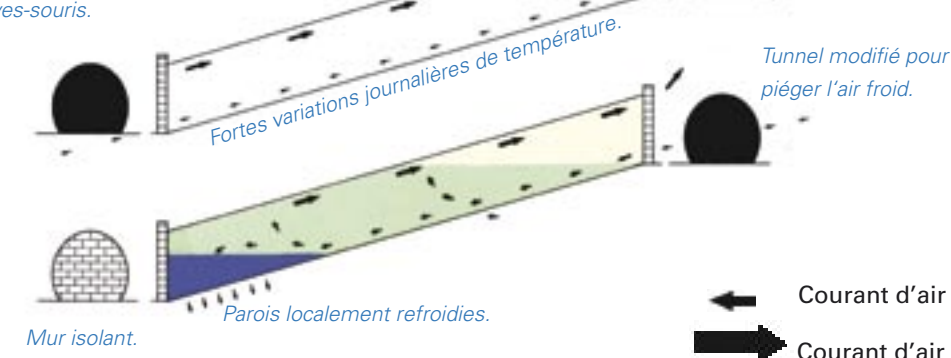
Site optimal offrant une gamme relativement stable de températures et humidités relatives. La dimension des dispositifs de fermeture dépend de la longueur du tunnel.



Dispositif additionnel pour les rhinolophes ou dans les tunnels courts.



Tunnel pentu totalement ouvert, avec une large entrée supérieure. Peu favorable aux chauves-souris.



Mur isolant.

Fortes variations journalières de température.

Tunnel modifié pour piéger l'air froid.

Parois localement refroidies.

← Courant d'air froid
→ Courant d'air chaud

Figure 9. Ventilation et température peuvent être contrôlées dans les tunnels par le plan des murs des extrémités. Les zones les plus chaudes sont en rouge, les zones les plus froides en bleu.



vent utiliser toutes sortes de fentes, aussi les dispositifs efficace sont variés : lattes de bois fixées aux parois, briques (de construction ou conçues pour les chauves-souris), moellons.

6.4 Création de nouveaux gîtes

Certaines régions comptent peu de sites souterrains, soit qu'il n'existe pas de grottes naturelles soit qu'aucune exploitation minière n'ait été conduite. Dans d'autres régions des tunnels ont été creusés dans des roches tendres ou dangereuses. Dans les deux cas l'installation de gîtes artificiels est envisageable. L'emplacement des nouveaux gîtes et leur aménagement sont fondamentaux pour leur occupation ultérieure, un exemple de ventilation souhaitable est donné par la figure 9. L'exemple d'un blockhaus est donné dans la figure 10, les techniques mises en œuvre peuvent être appliquées aux autres types de gîtes.

Il ne faut pas oublier que de nombreux gîtes en Europe sont artificiels, témoins d'anciennes activités minières ou militaires, et que les chauves-souris ont mis des années pour les occuper. La protection d'un nouveau gîte est obligatoire dès le début, tant en terme de propriété que de tranquillité du site.

Il faudrait donc planifier la pérennité du site pour cent ans et faire appel à des spécialistes à toutes les étapes. Les coûts de construction de gîtes sont élevés mais il est possible d'obtenir de temps à autre des subventions ou des contributions de mécènes.

6.4.1 Construction de cavités

En Grande Bretagne, environ deux douzaines de cavités ont été créées spécialement pour les chauves-souris, la plupart au moyen de canalisations en béton tapissées de

briques. Leur succès (l'utilisation par les chauves-souris) est encore très modeste, mais il devrait augmenter avec le temps. Recréer l'environnement précisément favorable pour les chauves-souris est particulièrement difficile, surtout pour l'hygrométrie, tant que les choix de sites resteront imparfaitement identifiés. Avec le temps, la connaissance des besoins des différentes espèces permettra de concevoir des gîtes plus adaptés et donc plus accueillants.

Le Bat Conservation Trust a rassemblé des informations sur les projets achevés, avec publication pour certains dans *Bat News*.

La réhabilitation de tunnels ferroviaires

Les tunnels ferroviaires inutilisés peuvent constituer des sites d'hibernation précieux. Le Wiltshire Bat Group en Angleterre a conduit un projet qui a augmenté l'intérêt d'un tel site. Des chauves-souris hibernantes ont été observées en 1993 lors d'une première visite, mais les conditions environnementales n'étaient pas idéales avec des températures intérieures proches des températures extérieures. En 1994, les entrées du tunnel ont été fermées et des grilles permettant le passage des chauves-souris ont été installées. Cet aménagement a réduit la ventilation, stabilisé la température autour de 8°C et augmenté l'humidité de l'air de 80 à 95%.

Pendant les étés 1994 et 1995 des lattes de bois ont été fixées aux murs du tunnel pour créer des interstices favorables à l'hibernation des chauves-souris. Depuis, la population hibernante est recensée trois fois par hiver.

Ce travail laborieux a été récompensé par l'accroissement du nombre de chauves-souris dans le site. Fin 1993, avant l'obturation, 117 chauves-souris avaient été dénombrées. Au cours de l'hiver 1996/97 leur nombre a atteint 190. Au total des 14 visites 678 chauves-souris ont été observées, dont 94% de murins de Natterer (*Myotis nattereri*), mais aussi des oreillards roux (*Plecotus auritus*), des murins de Daubenton (*M. daubentonii*), des murins à moustaches/de Brandt (*M. mystacinus/brandtii*) et plus rarement des barbastelles d'Europe (*Barbastella barbastellus*). Plus de 30% des chauves-souris hibernantes utilisent les interstices ménagés entre le bois et les murs du tunnel.

Ce projet réussi ne s'est pas déroulé sans problème. Les murs des entrées du tunnel ont été vandalisés par deux fois et endommagés par un écroulement lié à une pluie violente. Chaque incident a nécessité des travaux de réparation.

D'après Wiltshire Bat Group, Grande Bretagne.

Reconversion d'un blockhaus en gîte d'hivernage

Les blockhaus hexagonaux, communs dans le sud-est de l'Angleterre, peuvent rapidement, facilement et à peu de frais, être convertis en gîtes d'hivernation et, occasionnellement, de repos estival pour les chauves-souris. Le choix des blockhaus à convertir doit être réfléchi ; pour éviter les dérangements les blockhaus isolés sur des terrains privés seront préférés à ceux placés à proximité de maisons, routes ou sentiers. Ce sont souvent déjà des reposoirs nocturnes, plus rarement des gîtes diurnes, aussi ils peuvent être utilisés en hibernation dès la première année.

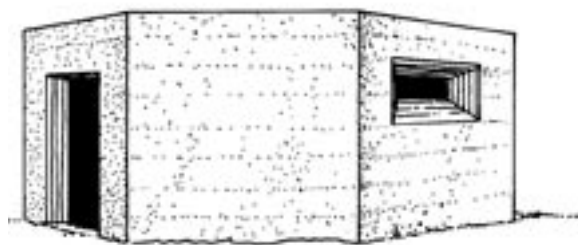
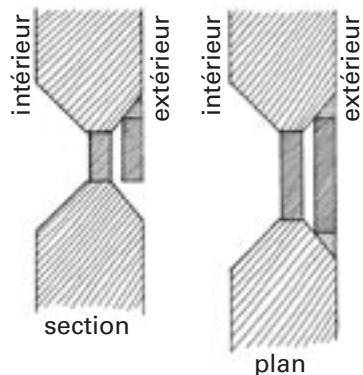


Figure 10. Reconversion d'un blockhaus en gîte d'hivernation pour les chauves-souris.

a) Blockhaus prêt à la reconversion.



b) Obturation des meurtrières.

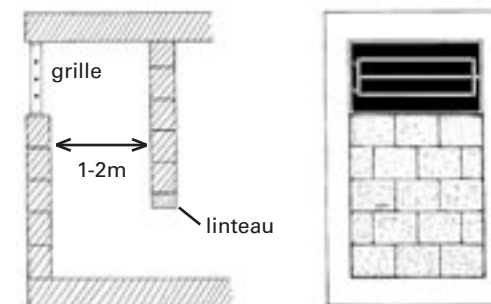
Etape 1 - La conversion requiert d'abord une stabilisation de la température intérieure, de l'hygrométrie et de la luminosité. L'obturation des meurtrières est réalisée par des moellons denses de 100 mm scellés depuis l'intérieur à l'endroit le plus étroit de chaque meurtrière (figure 10b).

Etape 2 - Les trois quarts d'un bloc similaire seront scellés de l'extérieur à l'endroit le plus large de la meurtrière. Un espace de 200 x 20 mm sera réservé en dessous. L'espace creux entre les blocs intérieur et extérieur permettra aux chauves-souris d'accéder de l'extérieur.

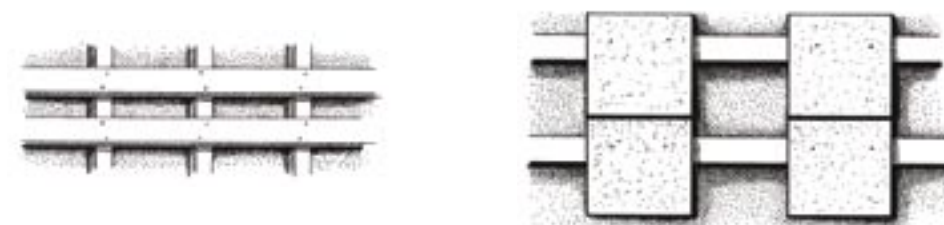
Etape 3 - Il faut ensuite contrôler la ventilation dans cette construction au moyen de deux murs de moellons de 200 à 250 mm. Le premier, aligné avec les parois extérieures, sera monté aux deux tiers de la hauteur de l'entrée. Le second, soutenu par un linteau, descendra du toit aux deux tiers de la hauteur dans l'alignement de la paroi intérieure de l'entrée. Le linteau peut être porté par deux piliers de briques (figure 10c).

Etape 4 - L'essentiel des travaux est alors réalisé, mais les chauves-souris recherchent les fentes et autres trous pour se cacher, hors de portée des rats ou des renards. Des planches peuvent être fixées aux parois (figure 10d) ménageant un espace de 15 à 20 mm.

Le rebord interne de chaque meurtrière peut aussi être aménagé avec des interstices de 20 mm. Des tuiles peuvent aussi être clouées sur les murs et le plafond pour accroître le nombre d'espaces favorables. Plus les espaces creux seront nombreux, plus la capacité d'accueil pour les chauves-souris sera grande.



c) Modification de l'entrée pour retenir l'air chaud avec grille et linteau de soutien.



d) Sites de repos additionnels en planches et tuiles.

Etape 5 - Au cas où une grille serait nécessaire pour la sécurité du lieu, elle sera installée au-dessus du mur bâti à l'entrée. La grille sera conforme aux modèles présentés plus haut en respectant les espacements recommandés entre barreaux. La reconversion est alors achevée (figure 10e).



e) Blockhaus reconverti.

D'après Frank Greenaway / Surrey Wildlife Trust, Grande Bretagne.

Création de deux galeries artificielles au Portugal

Plusieurs mines abandonnées occupées par des chauves-souris (*Rhinolophus mehelyi*, *R. hipposideros*, *R. ferrumequinum*, *Myotis myotis*, *M. daubentonii* et *Miniopterus schreibersii*) devaient être inondées par la construction de grands réservoirs à Alqueva et Pedrógão dans le nord-est du Portugal.

Les mines menacées ont été visitées pendant toute une année pour recueillir des données sur leur utilisation par les chauves-souris, ainsi que sur la température et l'hygrométrie afin de les comparer avec celles des galeries de substitution.

La première galerie artificielle, Moura, a été creusée en 1995. Elle est composée d'une galerie courbe (40 m en longueur, 1,5 m en largeur et 2 m en hauteur) terminée par deux salles destinées à servir de refuge aux chauves-souris en cas de dérangement. Ce plan a été légèrement modifié lorsque la deuxième galerie, Serpa, a été creusée en 2005.

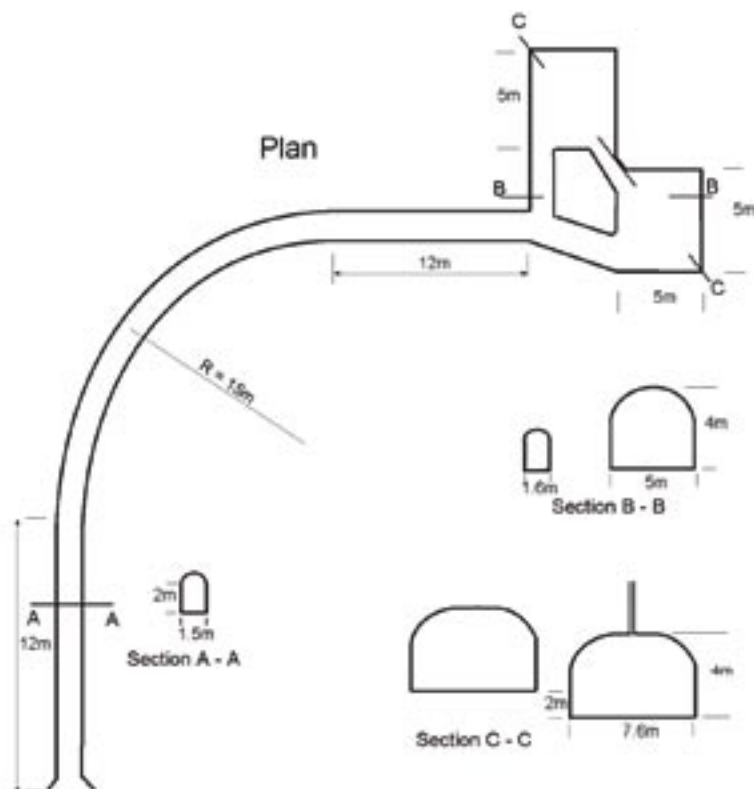
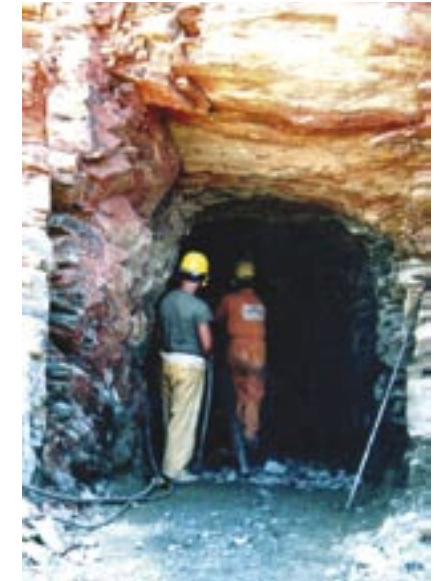


Figure 11. Plan de la cavité artificielle construite pour les chauves-souris à Serpa, Portugal. Développement et sections.

Les deux salles ont été établies à deux hauteurs différentes pour accroître la gamme de températures et une ouverture a été percée dans le toit de la salle la plus basse pour laisser l'air chaud s'échapper (figure 11). De plus une douve de 2,50 m de profondeur a été creusée à l'entrée pour limiter le dérangement humain.

A Moura 42 chauves-souris ont été transférées dans la galerie artificielle peu après son ouverture, le gîte originel a alors été fermé. Le suivi du site a débuté en 1996 et il se poursuit. La première chauve-souris, un *Myotis myotis* mâle, a été observé en juillet de la première année, suivi par les premiers individus de *Rhinolophus mehelyi*, *R. ferrumequinum* et *Miniopterus schreibersii* en février de l'année suivante. Depuis, l'occupation du site a varié selon les saisons (figure 12) avec surtout des *M. myotis*, *R. mehelyi* et *M. schreibersii*. *M. myotis* est un occupant saisonnier régulier depuis 2001, avec une première mise bas en 2005.



Creusement de la galerie artificielle d'Alqueva, Portugal.

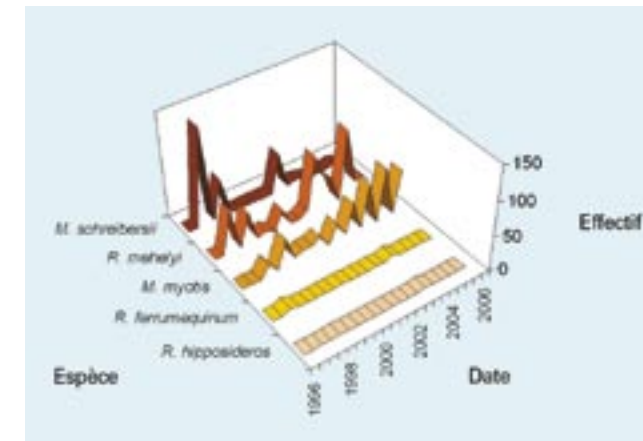


Figure 12. Evolution de l'occupation de la galerie artificielle de Moura, Portugal, par les Chiroptères.

depuis 2001, avec une première mise bas en 2005.

L'enregistrement de la température a montré que celle-ci varie entre 16,7 et 19,4°C au cours de l'année, ce qui est trop chaud pour un site d'hibernation. Il est encore trop tôt pour dire si le plan de la cavité de Serpa permet de réduire la température pour une utilisation hivernale par les chauves-souris.

D'après A. Rainho, Instituto da Conservação da Natureza (ICN), Portugal.

7 Suivi des gîtes

7.1 Suivi des populations de chauves-souris

Les inventaires de chauves-souris peuvent être difficiles dans les sites souterrains, selon les espèces, le type et le plan du site, la saison et la météorologie. Nombre d'espèces utilisent surtout les fissures et crevasses pour hiberner ou se reproduire, en fonction de la température et de la ventilation du site. Le nombre d'animaux observés dans les sites très fissurés peut ne pas être représentatif du nombre réel d'occupants, dont seule une proportion inconnue peut être recensée. De plus cette proportion peut varier avec la saison et la température. Par exemple, une ancienne carrière souterraine dans une roche très fracturée pourrait paraître moins peuplée qu'un tunnel bétonné de dimensions semblables seulement parce que les chauves-souris sont plus cachées dans la carrière que dans le tunnel.

Malgré ces difficultés les recensements de chauves-souris dans les gîtes souterrains sont couramment utilisés pour suivre les populations. Alors que la proportion de chauves-souris observées varie d'une année à l'autre, un lissage sur des périodes



Murin de Natterer (Myotis nattereri) et Murin à moustaches/de Brandt (Myotis mystacinus/brandtii), Allemagne.

de plusieurs années permet de dégager les tendances d'évolution des effectifs.

Les sites seront visités durant la journée, lorsque les chauves-souris sont supposées être moins actives. Pour réduire le dérangement la visite devrait être aussi brève que possible et toute perturbation inutile devrait être évitée. Dans la plupart des gîtes il est possible de compter et identifier les chauves-souris une à une ; pour les colonies denses, une estimation de l'effectif peut être obtenue par mesure de la surface occupée et du nombre des chauves-souris par mètre carré. Une photographie sans flash peut s'avérer utile.

7.2 Contrôle des caractéristiques du gîte

Pour une gestion efficace des gîtes il est indispensable de contrôler régulièrement l'état des entrées et de l'intérieur du site. Seront notés tout changement de végétation autour de l'entrée, les éboulements de plafonds et autres modifications, ainsi que l'état des protections physiques. Des photographies prises depuis des lieux répertoriés peuvent faciliter ce suivi. Si des change-

ments interviennent, il conviendra alors de décider si des travaux sont requis

L'enregistrement de la température et de l'hygrométrie en différents endroits des gîtes est une source précieuse d'informations sur l'impact des transformations physiques, notamment sur sa ventilation, mais aussi sur l'influence probable de travaux de gestion.

Il représente également une base à laquelle seront rapportés d'éventuels changements ultérieurs. Les thermomètres à mercure laissés dans le gîte ou apportés

pendant une visite peuvent livrer des informations utiles, mais des thermomètres (/hygromètres) enregistreurs installés à demeure délivrent des profils de température du site souterrain et montrent l'influence de la température extérieure sur la température intérieure. Différents modèles miniaturisés sont disponibles, toutefois le choix se portera sur des appareils qui n'émettent pas d'ultrasons (par exemple Tinytalk de Gemini - www.geminidataloggers.com - ou Hobo de onset - www.onsetcomp.com).



Petit rhinolophe (Rhinolophus hipposideros), Croatie.



Remerciements

Une partie de ce manuel est adapté du Bat worker's manual (voir ci-dessous). Les figures 1, 3 (excepté en bas à droite), 4, 5, 6, 7 (en haut et au milieu), 9 et 10 sont tirées de cet ouvrage avec l'autorisation de Natural England. La figure 2 a été dessinée par S. Roué, CPEPESC, France et les figures 3 (en bas à droite) et 7 (en bas) par Z. Bihari, Hongrie. Les figures 8, 11 et 12 ont été produites par l'Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Portugal.

Crédit photographique

Bat Conservation Trust, UK - p. 14 au milieu
Z. Bihari - p. 27
P. Boye - photo de couverture ; p. 36
CPEPESC - p. 23 en haut
C. Harbusch - p. 15 en bas et au milieu
P. Hope - p. 21
J. van der Kooij - p. 13
A. J. Mitchell-Jones / Natural England - p. 14 en haut et en bas ; p.15 en haut ; p. 20
A. Rainho - p. 35
L. Rodrigues - p. 23 en bas à gauche et au milieu à droite ; p. 24 ; p. 26
N. Tvrtković - p. 23 en bas à droite

Lectures complémentaires

Mitchell-Jones, A. J. & McLeish, A. P. (2004) : Bat workers' manual (3rd edition). JNCC, Peterborough.

Rainho, A., Lourenço, S., Rebelo, H. & Freitas, A. (2006) : Bats and dams. Conservation actions in the region of the reservoirs of Alqueva and Pedrógão. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

US Office of Surface Mining, Mid-Continent Region. Bat Conservation and Mining. <http://www.mcrcc.osmre.gov/Bats/Default.htm>