



UNION EUROPÉENNE



**Qualification de l'offre des refuges de montagne  
pour un tourisme durable  
en Vallée d'Aoste et Pays de Savoie**

*Programme Interreg III ALCOTRA*

*Projet Refuges N°192*

**GUIDE TECHNIQUE**

**ALIMENTATION EN EAU  
EN SITE ISOLÉ D'ALTITUDE**



**P. Boldo / G. Nicoud**

**Sous la direction de Gérard NICOUD**



**R. Beltramo / S. Duglio**



**Qualification de l'offre des refuges de montagne  
pour un tourisme durable  
en Vallée d'Aoste et Pays de Savoie**

*Programme Interreg III ALCOTRA*

*Projet Refuges N°192*

**GUIDE TECHNIQUE**

**ALIMENTATION EN EAU  
EN SITE ISOLÉ D'ALTITUDE**

**Sous la direction de Gérard NICLOUD**

**P. Boldo / G. Nicoud**

**R. Beltramo / S. Duglio**

## Partenaires



Agence Touristique  
Départementale  
de Haute-Savoie



## Collaborateurs



## Cofinanciers



Rhône-Alpes Région



Photo de couverture : Bachal du refuge de Plan du Lac (photo S. Pelisset).

Mise en page : André Paillet, Université de Savoie, Laboratoire EDYTEM.

Les photos hors-texte sont entourées d'un filet noir ; la plupart des schémas ont été dessinés par P. Boldo et A. Paillet.

Imprimé par : Imprimerie Nouvelle Gonnet, Virignin, BP 117 - 01303 Belley cedex.

On peut se procurer ce guide auprès du Conseil Général de la Haute Savoie, tél. 00 33 (0)4 50 33 50 04.

Dépôt légal : Juillet 2008.

ISBN 978-2-9520432-5-0

**Ce guide a été rédigé sous la direction de Gérard NICOUD de l'Université de Savoie, UFR CISM, laboratoire EDYTEM.**

Ont contribué à la rédaction de ce guide :

P. BOLDO de Polytech'Savoie – Université de Savoie

G. NICOUD, P. MANDAROUX, S. PELISSET, A. PAILLET, du laboratoire EDYTEM – CISM – Université de Savoie

F. DORNE et S. MARTIN du Parc National de la Vanoise

R. BELTRAMO et S. DUGLIO de l'Université de Turin

B. MERCIER et D. REIGNIER de la DDASS 74 Service Santé- Environnement.

P. VACHER de la FFCAM

Avec la participation de :

J. BELINE, L. BOBET, P. GAMEN, J. JACOB, L. LEFEVRE, F. MERMINOD, L. SIX, P. VIGNAND, étudiants stagiaires à l'Université de Savoie

Association des gardiens de refuge : J. MOATTI, L. DIDIER

Association des gardiens de refuge valdôtains : P. BARREL

ATD 74 : M-L FRESCURAT

Bourjot Environnement : L. BOURJOT, N. HUGUET, A.-S. MASURE

Espace Mont-Blanc : S. TUAZ

FFCAM : M. COELLO, M. COURTIAL, J-P. LABORIE , M. REZER

Fondation Montagne Sûre : D. DUFOUR, JP. FOSSON

Région Autonome de la Vallée d'Aoste (Assessorat de l'Environnement et du Tourisme) : L. INCOLETTI

Quattrocchio Cabinet d'architectes : E. QUATTROCCHIO

Les auteurs tiennent à remercier pour l'accueil et l'intérêt dont ils ont fait preuve lors des rencontres :

les gardiens des refuges :

Albert 1er, Ambin, Arpont, Avérole, Bertone, Bonatti, Chaligne, Col du Palet, Conscrits, Deffeyes, Félix Faure, Fond d'Aussois, Lac Blanc, La Leisse, Leschaux, Les Evettes, Levi Molinari, Oratorio di Cuney, Pigeonnier, Plan du Lac, Pisset, Quintino Sella al Félik, Tête Rousse, Tré la tête, Vallonbrun et tous ceux, non cités, qui ont toujours répondu avec patience à nos sollicitations.

les ingénieurs de la DDAF 73 : A. LAPAUZE et P. TREMOY

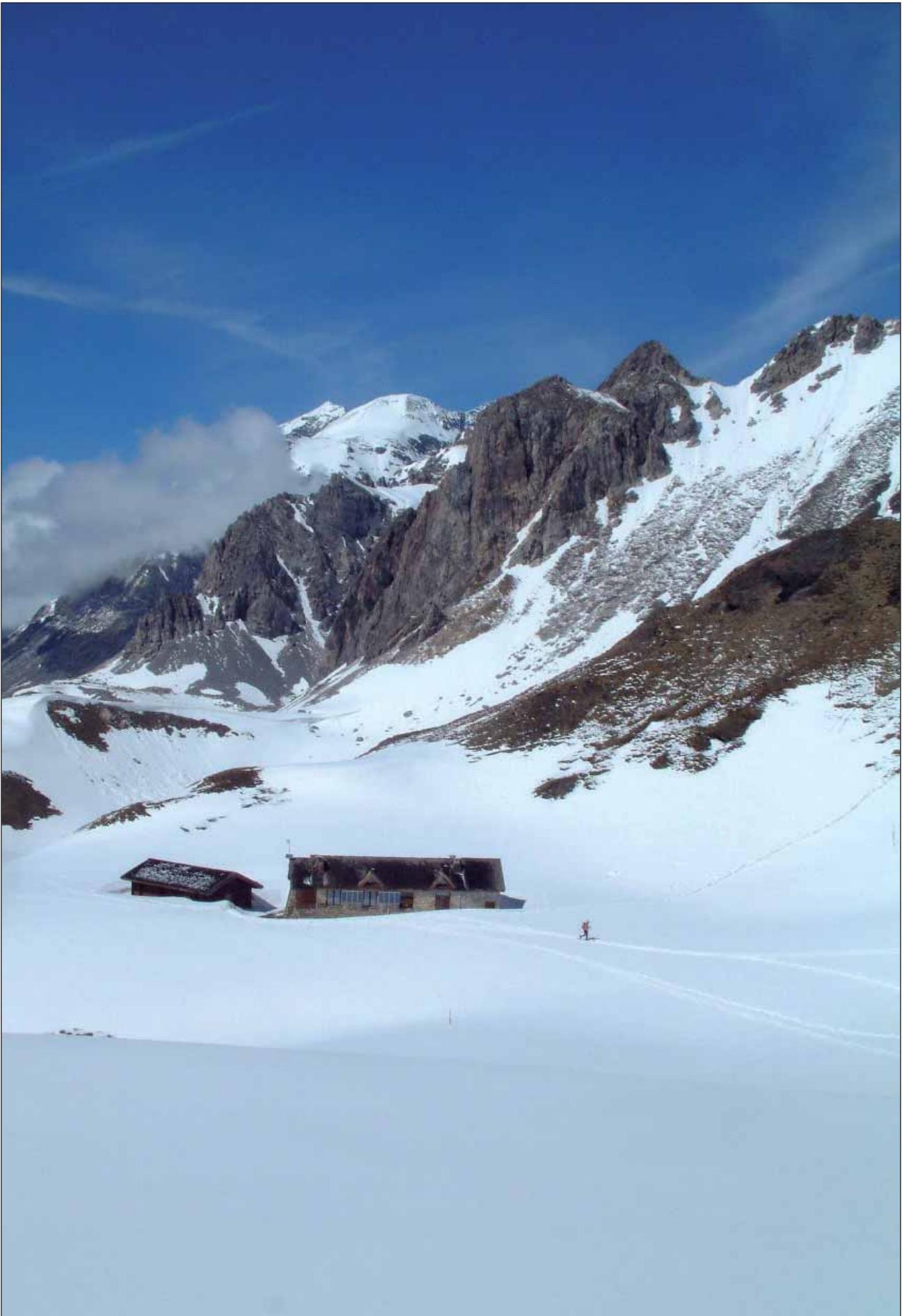
et tout particulièrement Mr P. Chapelet et son équipe du service des Affaires Européennes et de la Coopération Décentralisée du Conseil Général de la Haute-Savoie qui ont porté ce projet Interreg.



*Première cascade de la Dora de la Thuile, La Joux (Vallée d'Aoste), dans la montée au Refuge Deffeyes.*

# SOMMAIRE

<b>1 Les contraintes environnementales du milieu montagnard sur l'eau potable.....</b>	<b>9</b>
1.1 La topographie .....	10
1.2 La géologie .....	10
1.3 Le climat.....	11
1.4 Les activités humaines et la faune sauvage.....	11
<b>2 Les contraintes réglementaires .....</b>	<b>13</b>
<b>3 Les contraintes techniques .....</b>	<b>17</b>
3.1 Les captages d'eau .....	18
3.1.1 Pour les eaux souterraines.....	18
3.1.2 Pour des eaux de ruissellement.....	24
3.1.3 Pour les plans d'eau .....	26
3.1.4 Pour des névés et plaques de neige .....	28
3.1.5 Pour l'eau de pluie ou de fonte de neige en toiture.....	30
3.1.6 Par fonte de glace.....	30
3.1.7 Par un réseau de distribution publique.....	30
3.2 Le réseau d'adduction .....	30
3.3 Les réservoirs.....	32
3.4 Les traitements de l'eau .....	33
3.4.1 Le prétraitement.....	33
3.4.2 Le traitement.....	33
<b>4 Bilan sur les eaux distribuées .....</b>	<b>35</b>
4.1 Sur l'origine des eaux.....	36
4.2 Sur les débits utilisés .....	36
4.3 Sur la qualité des eaux.....	37
4.4 Sur les installations.....	38
<b>5 Recommandations.....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>43</b>



*Refuge du Col du Palet, 2653 m, Massif de la Vanoise - Savoie (France).*

# Préambule

Ce guide a été réalisé dans le cadre du projet de coopération transfrontalière « Refuges – Qualification de l’offre des refuges de haute montagne pour un tourisme durable dans la vallée d’Aoste et dans les Pays de Savoie », financé par le programme Interreg III ALCOTRA (Alpes Latines Coopération Transfrontalière).

L’objectif principal de ce projet de coopération transfrontalière est d’adapter- à travers différentes mises aux normes - **l’offre refuge aux attentes actuelles** des utilisateurs et des populations montagnardes tout en étant à même de **maîtriser les solutions techniques respectueuses de l’environnement** pour une gestion facilitée et efficace de ces refuges.

**L’amélioration du confort des refuges** est souhaitée partout pour satisfaire tous les usagers, les randonneurs, novices ou expérimentés, jeunes ou anciens, mais aussi les gardiens. Tous apprécient un repas chaud, des lavabos avec eau, chaude si possible, des sanitaires sans odeurs et proches du refuge, une douce chaleur ambiante et la possibilité de faire sécher les vêtements. Bref, tout ce qui ressemble à l’ordinaire des villes et des campagnes. Mais nous sommes ici en montagne, milieu froid, difficile d’accès et isolé.

Ce confort va s’accompagner de **besoins accrus en eau** potable, ce qui obligatoirement va générer des **volumes conséquents d’eaux usées** et nécessiter de **l’énergie en quantité** bien supérieure aux seuls besoins d’éclairage.

Aussi ce programme Interreg Refuges se propose **d’évaluer les solutions techniques** disponibles pour satisfaire ces exigences, à partir de retours d’expériences conduites sur le terrain au travers de nombreuses visites et ce depuis plus de 10 ans jusqu’à la fin décembre 2007.

Les 3 guides techniques réalisés dans ce programme Interreg sont conçus pour respecter l’esprit d’un **développement durable des refuges**, dans des espaces grandioses, qui incitent à la contemplation et sont souvent d’ailleurs des espaces protégés. Le but est de réussir, sans défaut ni délai, à intégrer la réalité des contraintes techniques à la représentation du refuge imprimée dans l’imaginaire des randonneurs.

Il nous appartient donc de concevoir :

- des adductions d’eau en tout point respectueuses de la réglementation sanitaire,
- des dispositifs de traitement des effluents sans nuisances olfactives ou visuelles ni rejets polluants dans le milieu naturel,
- et une production d’énergie suffisante pour satisfaire les besoins de traitement d’eau, de ventilation des unités de dépollution, de production d’eau chaude, de fonctionnement des appareils de cuisine, de chauffage, de séchage et d’éclairage, tout en limitant la quantité de CO<sub>2</sub> rejetée dans l’atmosphère.

Les technologies mises en oeuvre doivent être bien adaptées au site et à chaque refuge. Elles doivent être efficaces et les dispositifs faciles d’entretien afin de dégager les gardiens des préoccupations techniques et les rendre disponibles pour un accueil chaleureux des randonneurs.

C’est surtout le fonctionnement des refuges durant la saison estivale qui regroupe les plus grosses exigences en matière d’eau, d’énergie et de traitement des effluents du fait de la concentration de l’affluence sur cette courte période. Mais les besoins en saison d’hiver ne sont pas à négliger malgré des marges de manœuvres techniques réduites du fait du climat montagnard.

Les 3 guides techniques :

- « **Alimentation en eau en site isolé d'altitude** »
- « **Energie en site isolé d'altitude** »
- « **Assainissement en site isolé d'altitude** »

font le point sur les techniques utilisées. La conception des dispositifs, leurs coûts, leurs atouts et leurs inconvénients sont avancés en toute transparence grâce aux investigations de terrain, aux observations, aux expériences et aux conseils des gardiens et des propriétaires de refuges. Une aide au bon choix des dispositifs est apportée en fonction des caractéristiques des refuges, de leur environnement physique, de la vulnérabilité des milieux et du degré de confort admis ou contraint.

Ces guides sont destinés :

- aux propriétaires de refuges,
- aux architectes de montagne,
- aux responsables administratifs (services de l'état, des départements et des communes),
- aux financeurs de projets,
- aux gardiens de refuges,
- et à tous les passionnés des faces cachées de la montagne.



*Refuge des Grands Mulets, 3051 m - Massif du Mont Blanc (France) (photo Daniele Fava).*

**1**

**Les contraintes  
environnementales  
du milieu montagnard  
sur l'eau potable**

## 1.1 La topographie

En zone montagneuse, les versants présentent des pentes soutenues à fortes, rendant **l'accessibilité** aux bâtiments d'altitude difficile à impossible, tout ou partie de l'année, pour tout véhicule, d'où les grandes difficultés de convoyage de matériel.

L'installation d'un dense réseau de drainage, avec des vallées nombreuses et encaissées, favorise le **ruissellement** des eaux plutôt que l'infiltration. Parallèlement, les bassins versants sont de taille réduite, inférieure au km<sup>2</sup>.

**L'instabilité** sur les versants (chutes de blocs, avalanches, accumulation de neige, ravinement, reptation, glissement...) conduit à installer les bâtiments sur des éperons rocheux et désorganise les ouvrages et réseaux d'adduction d'eau.



Figure 1: Ruissellement vers l'Arpont, Vanoise (Photo PNV).

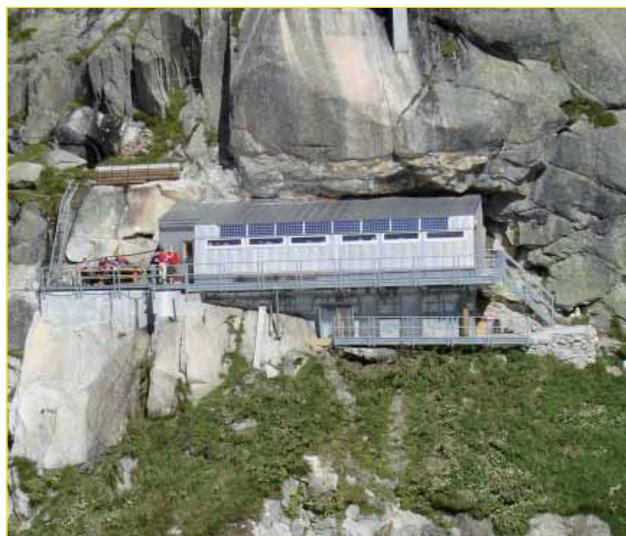


Figure 2 : Refuge de Leschaux avant et après travaux - Mont Blanc (photo CAF).

## 1.2 La géologie

En haute altitude, les massifs rocheux sont en cours d'érosion et de déstructuration. Les formations aquifères pérennes sont exceptionnelles et perchées. L'eau ne peut pas s'y accumuler.

En moyenne montagne, les formations aquifères sont plus nombreuses, mais très hétérogènes (glacier rocheux, éboulis, moraine d'ablation, roches fissurées ou karstiques), peu puissantes et souvent très superficielles. Là encore, elles sont perchées par rapport au réseau de drainage superficiel. L'eau ne peut pas être durablement retenue.

La minéralisation sera toujours très faible étant donnée la vitesse élevée d'infiltration et le faible pouvoir de dissolution des roches magmatiques ou métamorphiques les plus fréquemment rencontrées (granite, gneiss, quartzite...).

## 1.3 Le climat

Il est caractérisé par une longue saison froide hivernale, avec **un stockage neigeux** d'épaisseur variable pouvant masquer les points de captage. Le sol étant gelé et l'eau sous forme solide, il n'y a pas d'infiltration vers les aquifères. L'alimentation en eau courante durant l'hiver et une grande partie du printemps s'avère d'autant plus impossible que l'on se trouve en haute altitude.

Durant la fin du printemps et l'été, les pluies et la fonte des neiges puis des glaces alimentent les aquifères rapidement saturés. Le ruissellement devient alors prépondérant. Les épisodes orageux s'accompagnent de la mise en suspension de matières fines et de **l'augmentation de la turbidité des eaux** dans les aquifères superficiels et les torrents. Les eaux captées doivent alors subir une décantation avant traitement et distribution. Parallèlement, les déplacements des cours d'eau lors des débâcles déstabilisent les prises d'eau en torrents.

Dans les bassins versants sans glacier, la fusion nivale n'est pas relayée par celle de la glace et les aquifères sont rapidement dépendants de la pluviométrie. Lorsque celle-ci est faible ou absente, des pénuries d'eau interviennent dès la mi-août.

## 1.4 Les activités humaines et la faune sauvage

La faune sauvage (chamois, bouquetins, sangliers...) est omniprésente sur les versants, bien qu'inégalement répartie.

La faune domestique (ovins, bovins, caprins) se tient principalement en moyenne montagne (pastoralisme). La divagation des ovins n'est pas rare et affecte quelques hauts bassins versants.

La présence de chalets d'alpage, de refuges et autres bâtiments d'altitude est classique à l'amont d'aquifères. Ainsi, un **stock de pollutions fécales** est réparti à toutes altitudes durant l'été et l'automne.

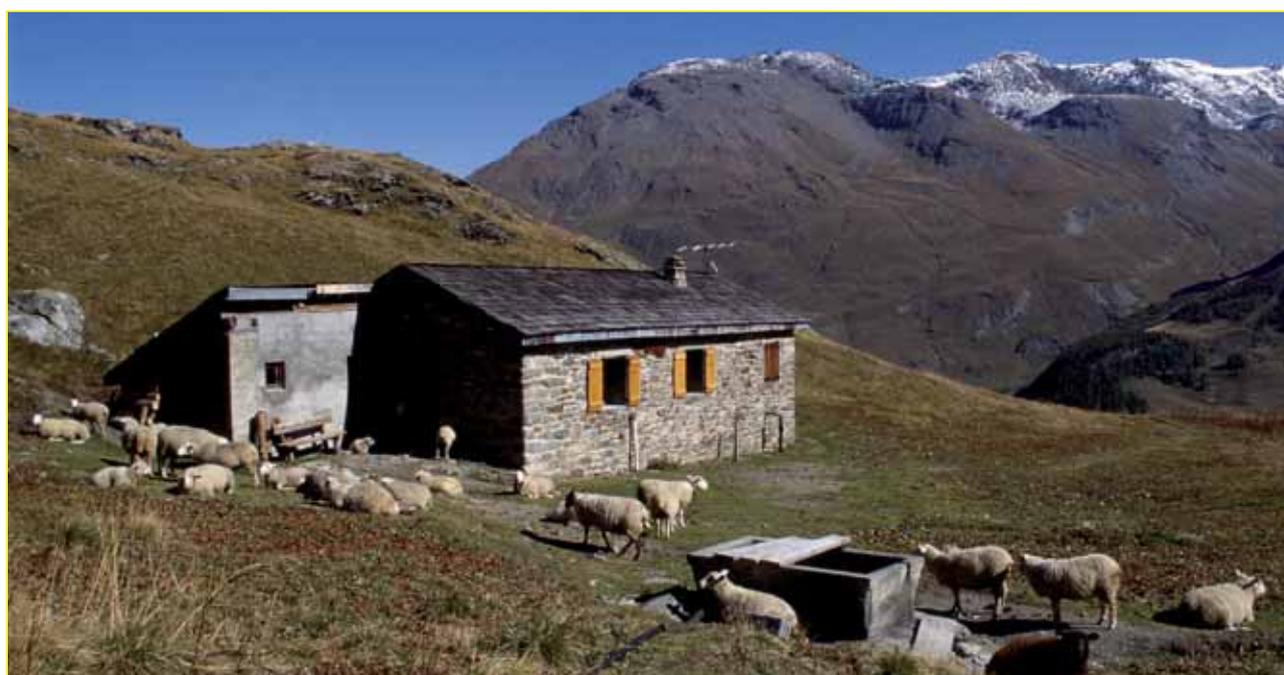
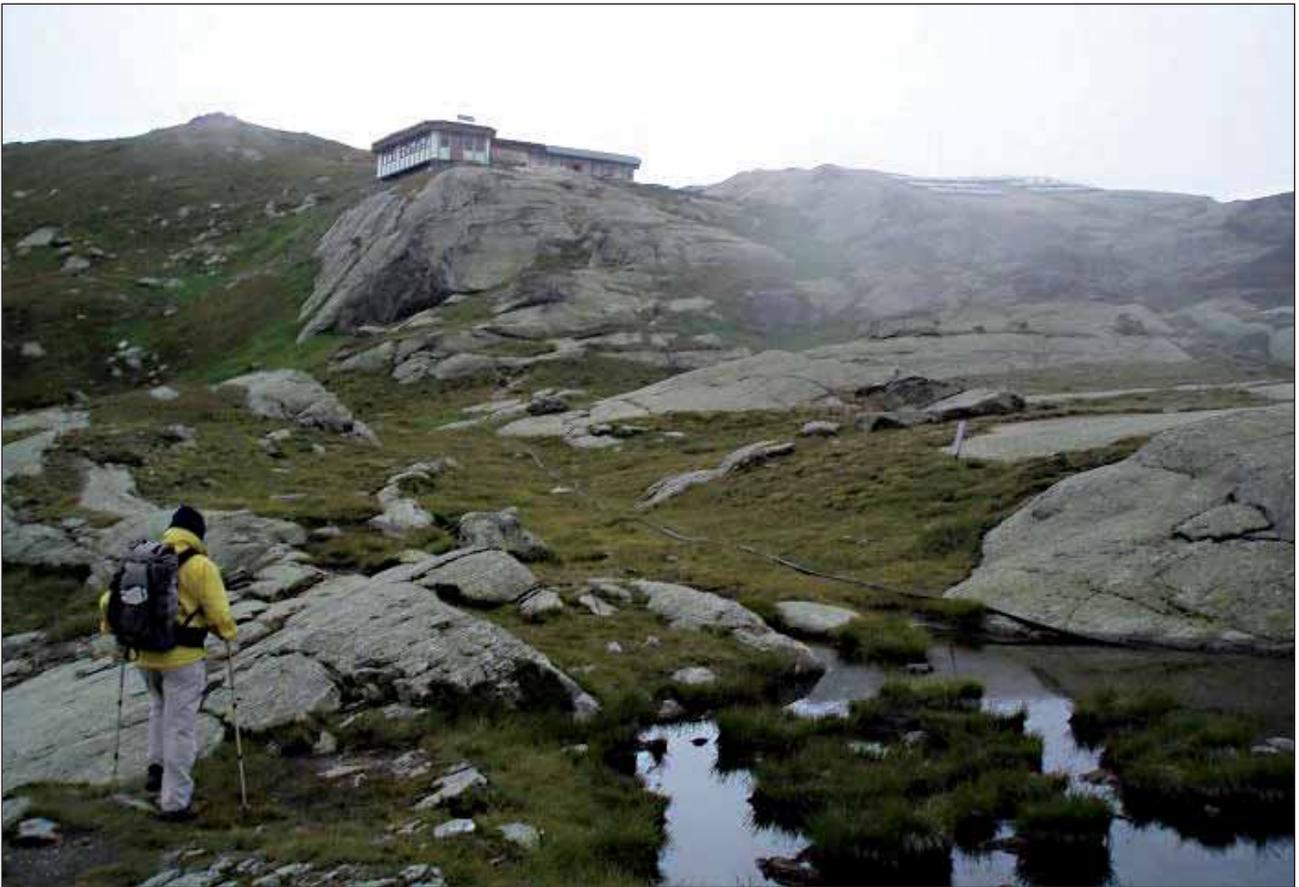


Figure 3 : Faune sauvage et domestique (photo PN Vanoise).



*Refuge des Evettes, 2590 m, Alpes Grées - Savoie (France).*



*Refuge Luigi Vaccarone, 2741 m, Alpes Grées - Piémont (Italie).*

**2**

# **Les contraintes réglementaires**

## En France

En France, il n'existe pas de réglementation spécifique à la montagne. Tous les articles et décrets applicables à l'alimentation en eau potable dans les sites isolés d'altitude sont les mêmes que ceux qui s'appliquent en vallée pour un bâtiment recevant du public.

Une **autorisation préfectorale** est nécessaire pour utiliser de l'eau prélevée dans le milieu naturel en vue de l'alimentation humaine. L'article R.1321-7 du Code de la Santé Publique définit les pièces nécessaires à la demande d'autorisation. Dans certaines conditions, les eaux douces superficielles qui ne répondent pas aux critères de qualité définis par la réglementation peuvent tout de même être utilisées pour l'alimentation humaine, après autorisation du préfet. Cette eau devra cependant subir un traitement approprié (art. R.1321-42 du Code de la Santé Publique).

Il est possible de demander **des dérogations** auprès du préfet pour utiliser de l'eau non conforme s'il n'existe aucun danger ni d'autres possibilités pour assurer la distribution de l'eau (art. R.1321-31 à 36, 40 et 41). Une dérogation est attribuée pour trois ans, renouvelable deux fois. Cette dérogation est accordée pour certains paramètres physico-chimiques mais ne peut en aucun cas concerner les paramètres bactériologiques.

L'article L.1321-2 du Code de la Santé Publique détermine la protection réglementaire autour d'un point de captage.

Les articles R.1321-49 à 59 du Code de la Santé Publique définissent la conception des installations de captage et de distribution, les modalités d'entretien des réseaux extérieurs et intérieurs.

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent respecter **des normes de qualité** fixées par la réglementation (art. R.1321-2, 3 et 39). La personne qui propose de l'eau à destination de l'alimentation humaine a pour obligation de s'assurer de la qualité de l'eau (art. L.1321-1 du Code de la Santé Publique).

Le contrôle de la qualité de l'eau est encadré par les articles R.1321-15 à 24 du Code de la Santé Publique. Les mesures à prendre en cas de mauvaise qualité sont consignées dans les articles R.1321-26 à 47. Les données sur la qualité de l'eau destinée à l'alimentation humaine sont des données publiques (L.1321-9).

En résumé, il existe des autorisations administratives qui permettent de contrôler le cadre de la distribution d'eau potable. Des dérogations sont possibles et portent sur les normes de qualité autorisées. **Le rôle du préfet et de ses services est essentiel.**

## En Italie

En Italie, ce qui concerne les refuges est, à l'origine, régi par le texte organique des normes du domaine des refuges alpins (D.P.R. 918/1957). repris par la loi cadre sur le tourisme (L. 217/1983) qui classe les refuges comme des structures non hôtelières et les définit comme des « locaux à même de fournir un hébergement en zone montagneuse de haute altitude en dehors des zones habitées ». La loi cadre demande à l'autorité normative régionale de déterminer les critères pour la classification des structures mais la plupart du temps cette opportunité n'a pas été utilisée.

Au plan national il n'existe pas de norme qui définisse de façon unique les refuges.

## Dans la région autonome de la Vallée d'Aoste

Dans la région autonome de la Vallée d'Aoste, la Loi Régionale N°11 du 29/05/1996 (Réglementation des structures d'accueil non hôtelières.) établit que « *On entend par refuges les structures d'accueil, situées dans des sites propices aux ascensions et aux randonnées, propres à assurer l'hébergement et le repos des alpinistes et des randonneurs dans des zones de montagne isolées, accessibles par des chemins muletiers, des sentiers, des tracés traversant des glaciers ou des moraines ou par des téléphériques ou des routes sur lesquelles la circulation automobile est réglementée.* »

En ce qui concerne l'approvisionnement en eau, les dernières dispositions à caractère régional sur les refuges alpins figurent dans le Règlement régional N°2 du 21/03/1997 « (Réglementation des structures d'accueil non hôtelières) et établissement des conditions requises en matière d'hygiène et de santé, y compris les conditions afférentes à l'approvisionnement en eau potable, aux égouts et à la sécurité ». L'article 3 du Règlement est dédié aux conditions requises en matière d'hygiène et de santé que devraient satisfaire les refuges alpins et l'article 6 est dédié à l'approvisionnement en eau de ces structures. Ces informations sont disponibles sur le site « [www.consiglio.regione.vda.it](http://www.consiglio.regione.vda.it) » à la rubrique « Banque de données ». L'assessorat compétent est l'Assessorat du Tourisme, des Sports, du Commerce et des Transports, 3, place de Narbonne - 11100 Aoste, Tel.: +390165272721.



*Refuge Giorgio Bertone, 2000 m, Massif du Mont Blanc (Italie).*



*Refuge Félix Faure, 2516 m, Massif de la Vanoise - Savoie (France).*

**3**

# **Les contraintes techniques**

L'origine des eaux captées va conditionner les aménagements à réaliser, en particulier le type de captage, de décanteur, le traitement de l'eau et la protection du captage.

Chaque captage est un cas particulier, fonction des conditions géologiques et topographiques locales.

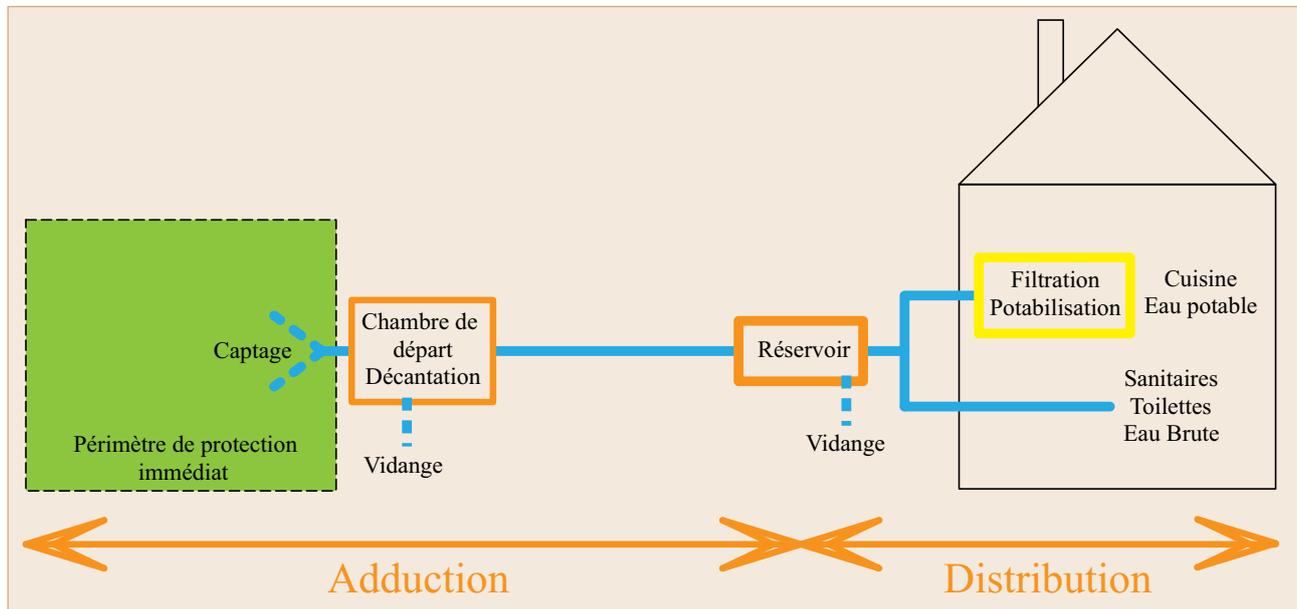


Figure 4 : Schéma général de principe de l'alimentation en eau d'un refuge.

## 3.1 Les captages d'eau

### 3.1.1 Pour les eaux souterraines

Il s'agit systématiquement de sources qui sont des vidanges naturelles d'un aquifère. En montagne, les sources sont de déversement, au contact d'un plancher moins perméable : éboulis ou moraine d'ablation sur un substratum rocheux moins perméable (Tré la Tête-Mont Blanc, Col de la Vanoise-Vanoise, Lévi Molinari - Piemont) ; glacier rocheux sur moraine de fond (Plan du Lac - Vanoise) ; calcaire fissuré sur calcaire sain (La Leisse- Vanoise), micaschistes fissurés sur micaschistes sains (Fond d'Aussois - Vanoise)

Pour réaliser un bon captage, on doit s'efforcer d'atteindre le plancher imperméable, puis de regrouper les venues d'eau en un seul ouvrage sans entrepren-



Figure 5 : Captage du refuge du plan du Lac - Vanoise (photo S. Pelisset).

dre de profonds dégagements. Les travaux consistent en un débridage de la source en remontant les venues d'eau sur plusieurs mètres soit par une tranchée rectiligne si la venue est ponctuelle soit par une tranchée en V dans le cas de venues diffuses. L'écoulement des eaux est alors drainé par un tuyau équipé de fentes, recouvert d'éléments roulés propres 20/60 mm, le tout protégé par un géotextile bloqué par des pierres liées par du béton.

La difficulté de ce débridage est grande dans des matériaux de grosse taille ou dans des secteurs inaccessibles aux engins mécaniques (Tré la Tête - Mont Blanc).



Figure 7 : Captage en éboulis à Tré la Tête - Mont Blanc (photo S. Pelisset).

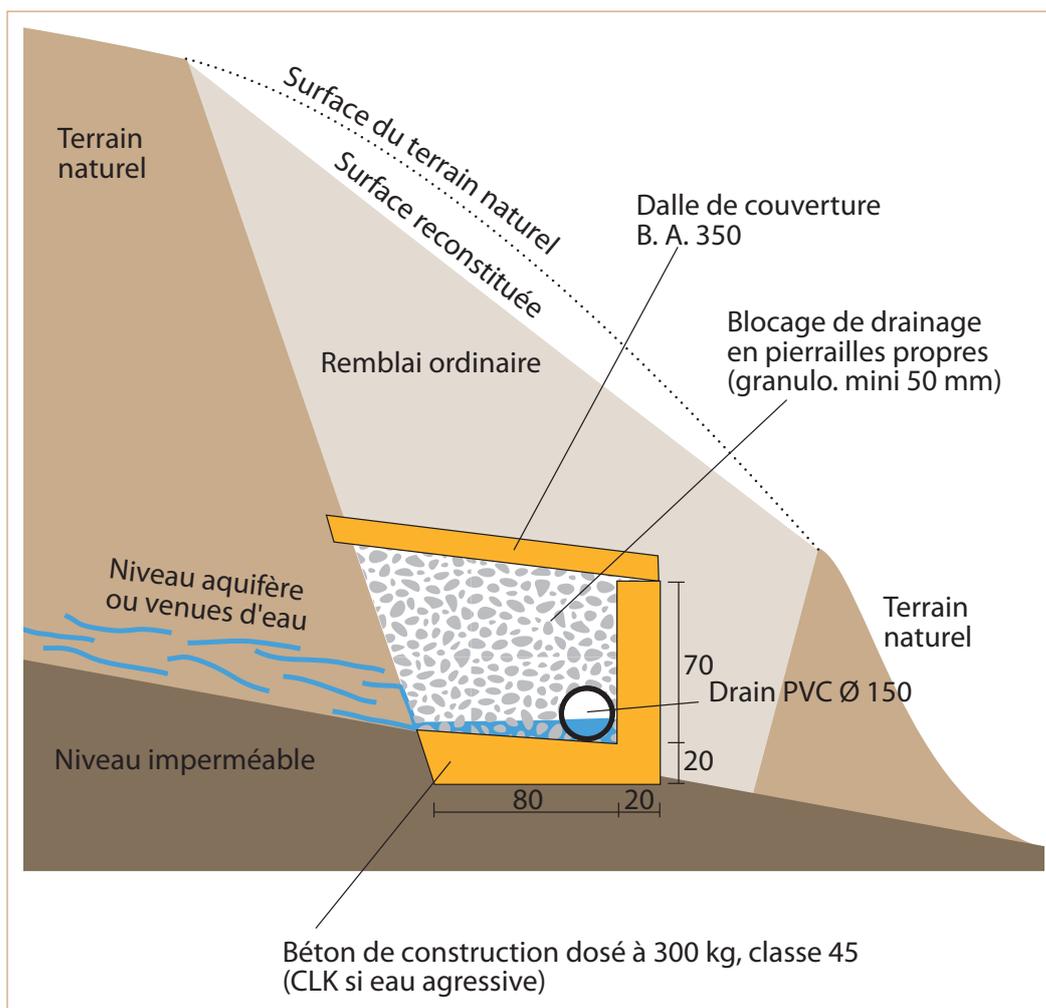


Figure 6 : Captage de venues diffuses par drain en pied de versant.

A l'extrémité aval du drainage, une chambre de récupération (ou de départ) doit comprendre deux compartiments séparés par une paroi de débordement. L'eau arrive par le haut dans le premier comparti-

ment puis bascule dans le deuxième compartiment de capacité égale.

Chacun des compartiments comprend :

- un accès direct soit par **une porte de face** (fig. 8), soit par **un regard de visite** ( $\varnothing$  500 mm) fermé hermétiquement (fig. 9),
- **une vidange de fond** accessible par le dessus (bonde de vidange) bien dimensionnée ( $\varnothing$  150 mm),
- et **une prise d'eau** munie **d'une crépine** disposée à 60 cm de profondeur.

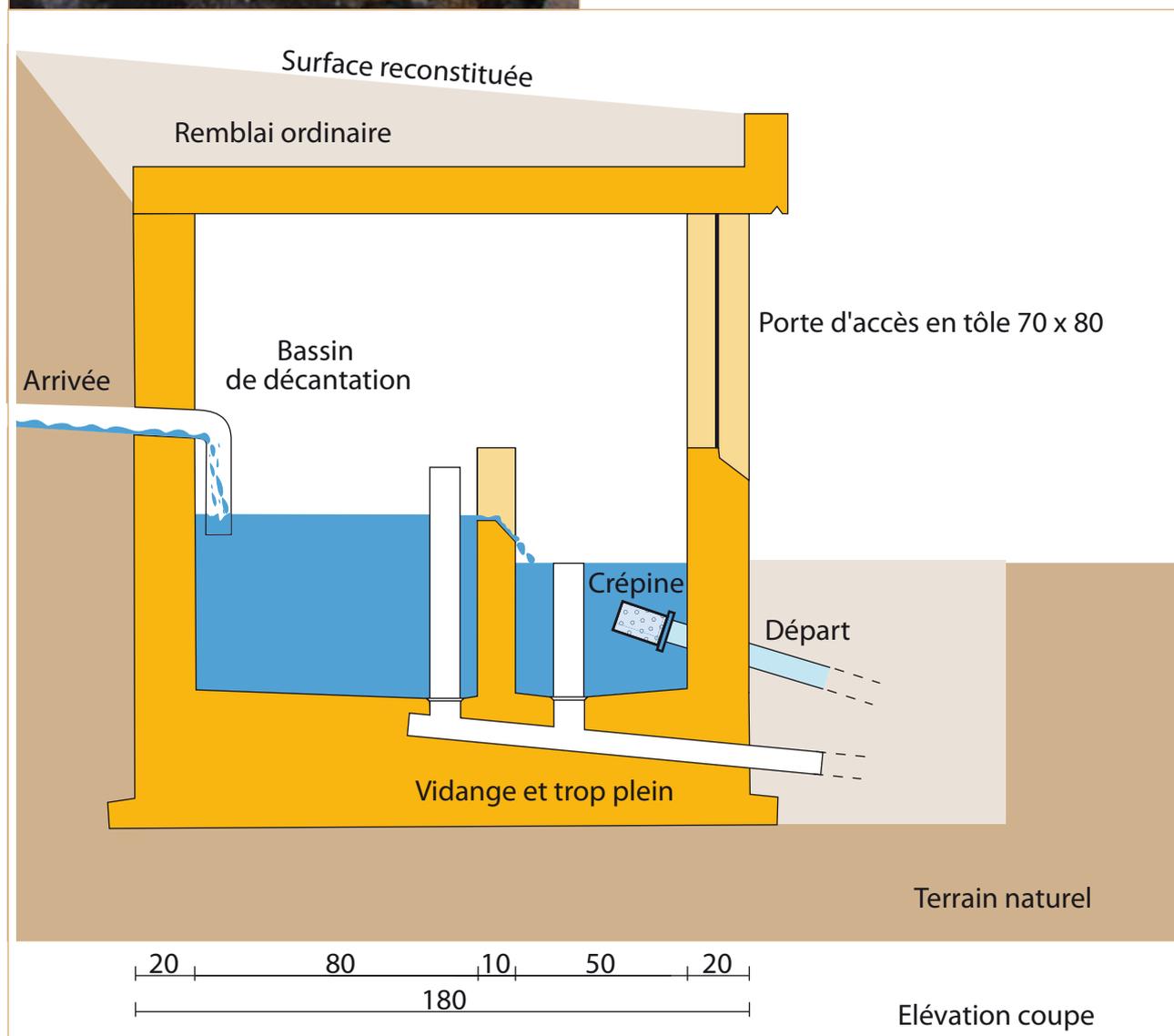
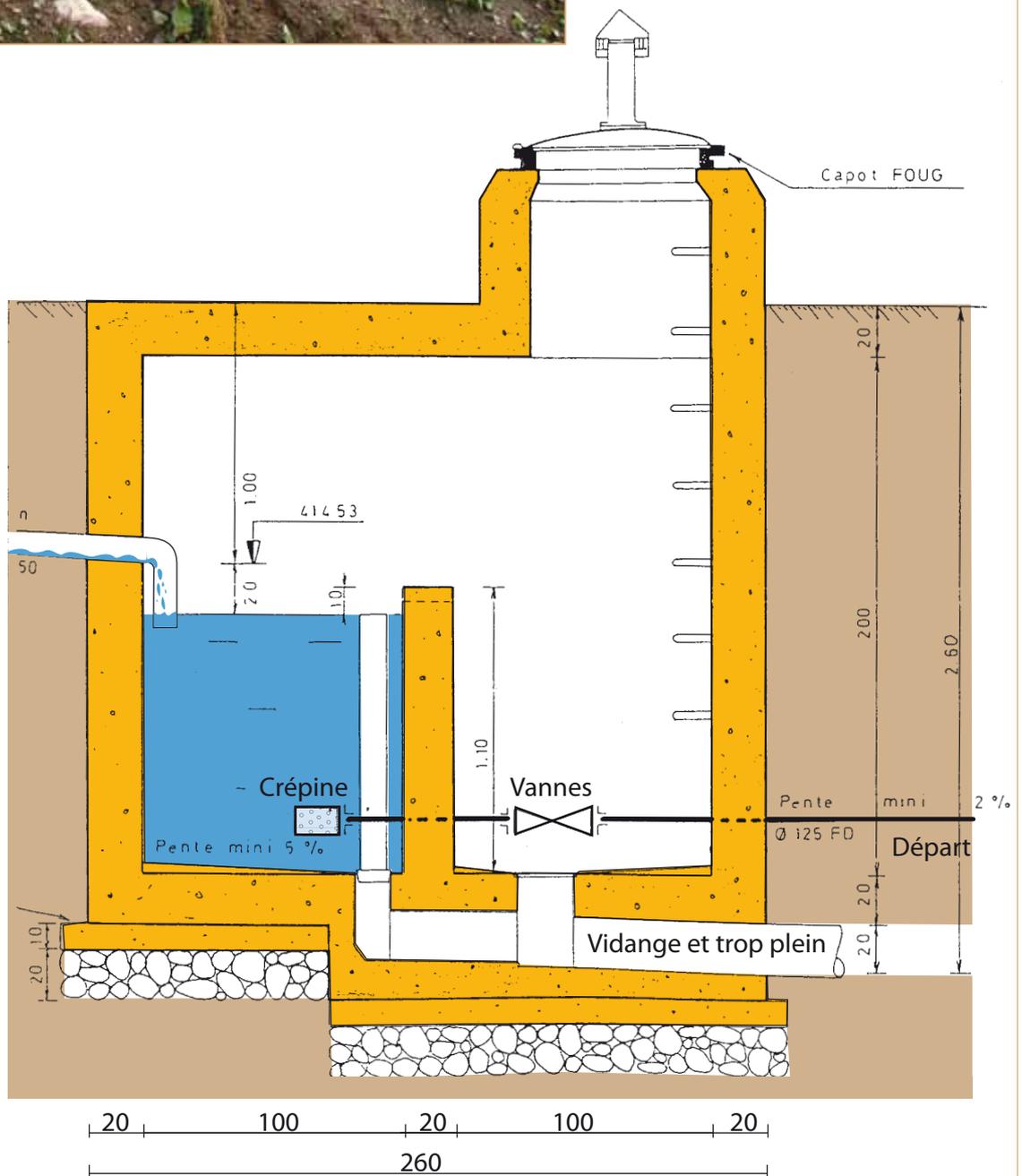


Figure 8 : Photo et dessin en coupe d'une chambre de récupération avec accès de face (photo S. Pelisset).



Figure 9 : Photo et dessin en coupe d'une chambre de récupération avec accès par le haut (un seul bassin de décantation) (photo S. Pelisset).

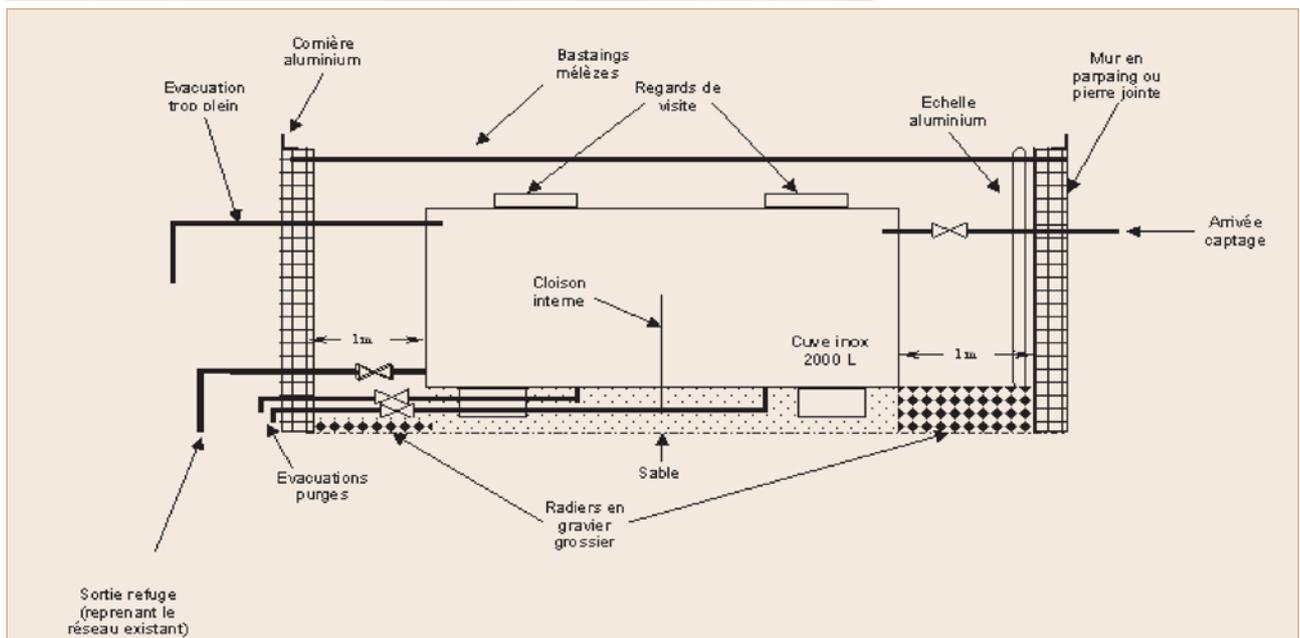


Le Parc National de la Vanoise installe aujourd'hui sur ses captages de source un dispositif préfabriqué comprenant une citerne cylindrique horizontale de 2 m<sup>3</sup> à deux compartiments, pré-équipée, en inox d'épaisseur 4 mm et de diamètre 125 cm. Son poids, inférieur à 500 kg, permet le transport par hélicoptère. Le premier compartiment sert de bac de décantation et la forme cylindrique de la citerne favorise le nettoyage et la vidange des dépôts dans les compartiments.

Cette citerne est placée dans une fosse rectangulaire maçonnée sur site. Un dégagement de un mètre (50 cm sur les côtés) est prévu de part et d'autre pour pouvoir circuler librement autour, actionner ou remplacer aisément les vannes d'entrée, de sortie ou de vidange. Cet accès est facilité par une petite échelle permettant d'y descendre. Cette fosse de visite est fermée par des madriers en mélèze pour éviter toute



Figure 10 : Photos et schéma de la citerne inox, cuve d'eau potable, du refuge de la Leysse, PNV (photos PNV).



intrusion de gros animaux. Le coût total d'une telle installation s'élève à 41 000 euros HT (prix 2006) pour un refuge nécessitant l'hélicoptage.

Ailleurs, là où l'accès est possible pendant l'été, la chambre de récupération peut être bétonnée (Plan du Lac - Vanoise)

Dans les zones difficiles d'accès, le dispositif est toujours trop sommaire, souvent mal protégé contre l'intrusion de matériaux graveleux ou végétaux (Tré la Tête - Mont Blanc) ou le piétinement par la faune domestique (Dent Parrachée - Vanoise) (fig. 11). Beaucoup de débris flottants viennent alors colmater la crépine. Pour être soustraite à un nettoyage trop fréquent, celle-ci est alors malheureusement démontée, laissant craindre pour le bon fonctionnement du réseau de distribution.

**Le périmètre de protection immédiate** est matérialisé par une clôture mobile réalisée à l'aide d'un filet à moutons ou de trois ou quatre rangées de fils espacés d'environ 20 à 30 cm, électrifiés grâce à un dispositif photovoltaïque (batterie + panneau mobile). Il s'étend sur une trentaine de mètres à l'amont du captage ou de la prise d'eau. Il protège l'ouvrage de captage contre des intrusions de gros



Figure 11: Prise d'eau du refuge de la Dent Parrachée - Vanoise.

animaux (moutons, vaches, chamois, bouquetins) et les pollutions directes. Il est démonté en fin de saison. Sa mise en place n'est pas nécessaire dans les sites escarpés.



Figure 12 : Périmètre de protection du captage du refuge de Vallonbrun - Vanoise (photo PNV).

### 3.1.2 Pour des eaux de ruissellement

La prise d'eau sera plus ou moins complexe suivant que le cours d'eau est fixe ou mobile.

Dans le cas d'un chenal unique fixe, on peut installer la prise d'eau directement dans le lit, dans une zone de courant, en réalisant :

- un petit **barrage bétonné** de 50 cm à 1 m de haut, équipé d'un sas de vidange aisément manipulable,

- d'une prise d'eau en départ de distribution munie d'une crépine et disposée à 20 cm de profondeur,
- et d'une grille métallique comme couvercle. Cette grille sera disposée en pente, suivant le lit du cours d'eau pour laisser rouler les matériaux vers l'aval (Les Conscrits - Mont Blanc) .

Dans le cas de chenaux mobiles, en particulier lors

des orages, l'implantation d'une prise d'eau fixe n'est pas réalisable sans aménagements conséquents comme le creusement d'une **tranchée drainante** sur la largeur du lit mobile.

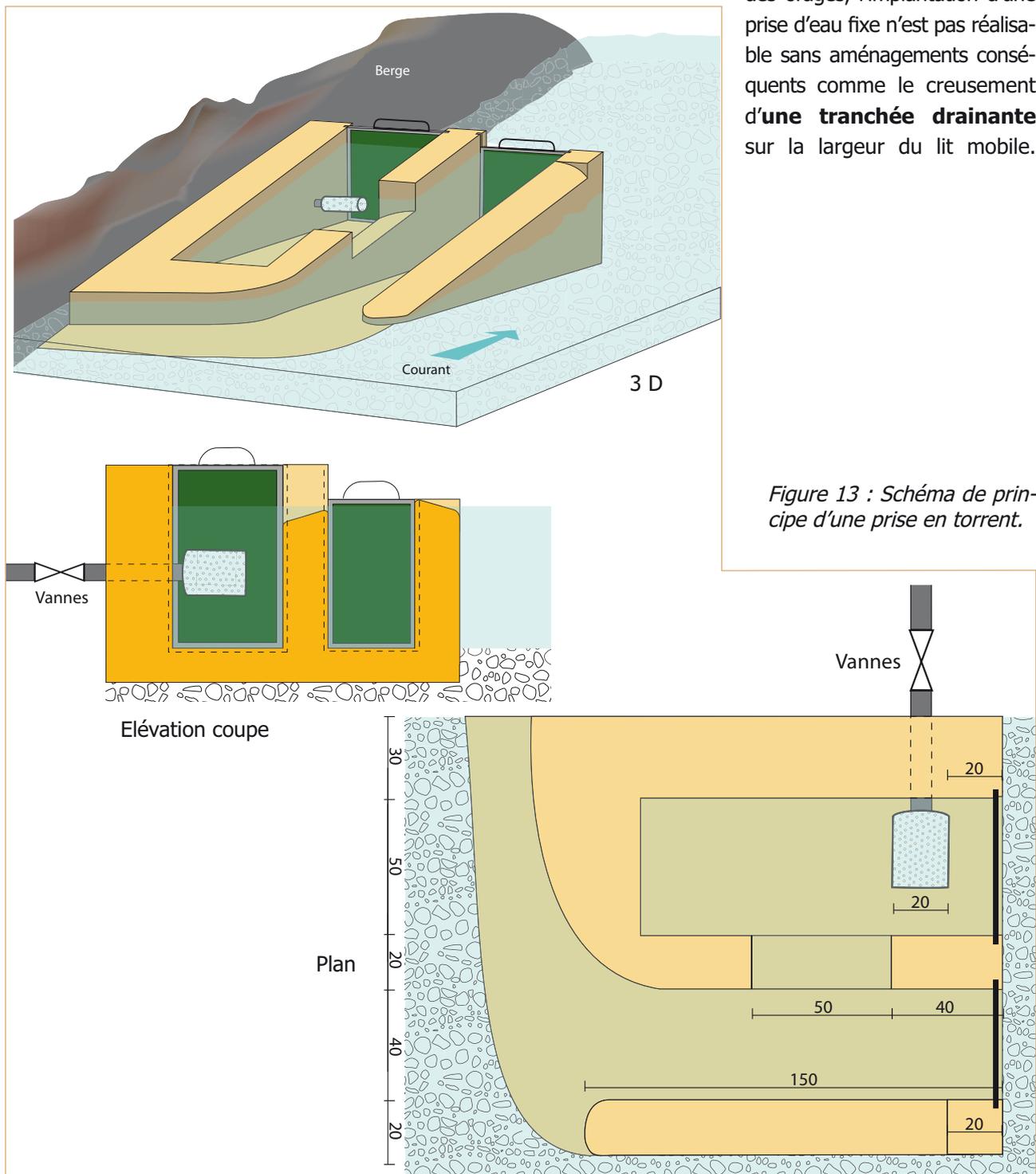


Figure 13 : Schéma de principe d'une prise en torrent.

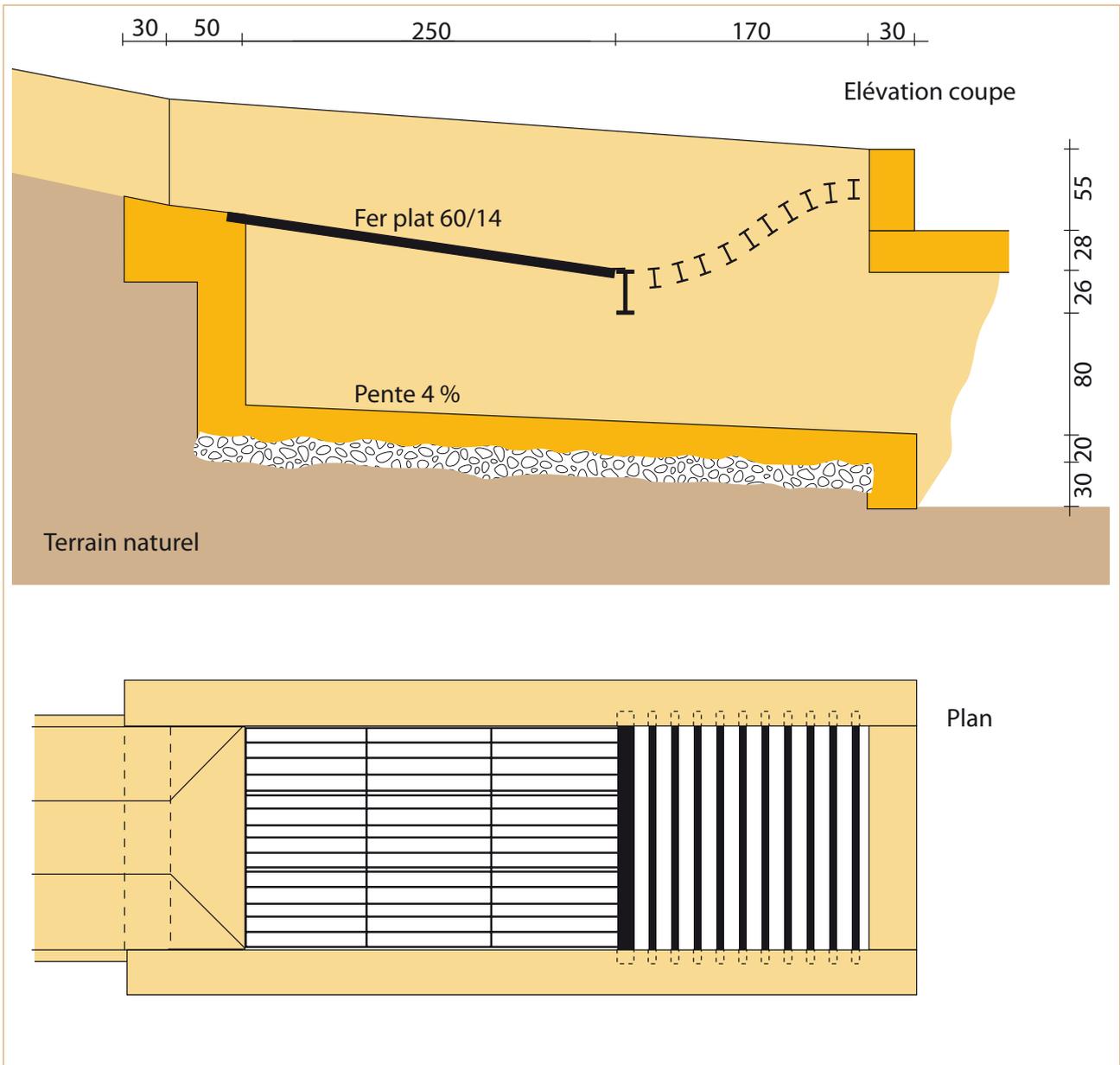


Figure 14 : Schéma et photo d'une grille de prélèvement, refuge des Conscrits – Mont Blanc (photo S. Pelisset).

Cette tranchée, de 50 cm de profondeur, équipée d'un drain à larges fentes, recouvert par des galets propres 20/60 mm fixés par un treillis métallique, conduira latéralement à une chambre de récupération à bac surdimensionné, muni d'une vidange de fond.

Dans quelques cas, des prises d'eau trop sommaires nécessitent une visite journalière en période de forts débits pour vidanger les débris et/ou repositionner la crépine (Avérole - Haute Maurienne). Ces eaux superficielles présentent des qualités physiques (**turbidité**) et bactériologiques toujours médiocres, souvent mauvaises.

La protection réglementaire de ces captages en torrent n'est pas possible et le traitement de l'eau est obligatoire avant consommation.



Figure 15 : Grille de récupération d'eaux de ruissellement du refuge de la Martin, Vanoise (Photo PNV).

### 3.1.3 Pour les plans d'eau

La méthode d'installation de la prise d'eau est plutôt simple : un tuyau équipé d'une crépine placée à 40 cm de fond est fixé sur une armature métallique soutenant une pompe placée hors de l'eau (Les Evettes - Haute Maurienne) ou dans l'eau, dans un caisson étanche (Lac Blanc - Aiguilles Rouges). La prise d'eau est positionnée préférentiellement vers l'exutoire du lac pour limiter les matières en suspension, le plan d'eau agissant comme un premier bassin de décantation.



Figure 16 : Crépine de prélèvement (photo S. Pelisset).

L'énergie utilisée provient classiquement d'un groupe électrogène, remplacé durant l'été par de l'énergie solaire du refuge (Les Evettes - Haute Maurienne), des panneaux photovoltaïques dédiés ou plus écologique encore, par un béliet hydraulique (Presset - Beaufortain). Mais dans ce cas le rendement est faible (10 litres d'eau utilisés pour 1 litre remonté au refuge).



Figure 17 : Prise d'eau du Lac Blanc -Aiguilles Rouges (photo P. Mandaroux).



Figure 18 : Prise d'eau du refuge des Evettes - Vanoise (photo P. Mandaroux).

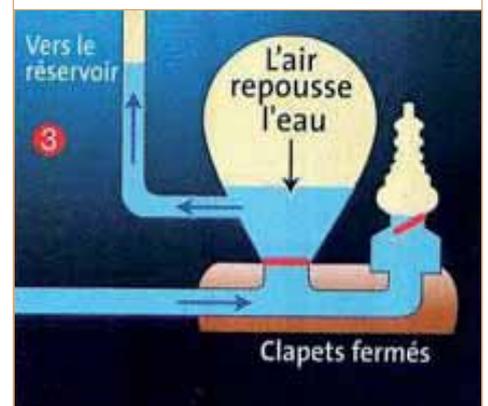
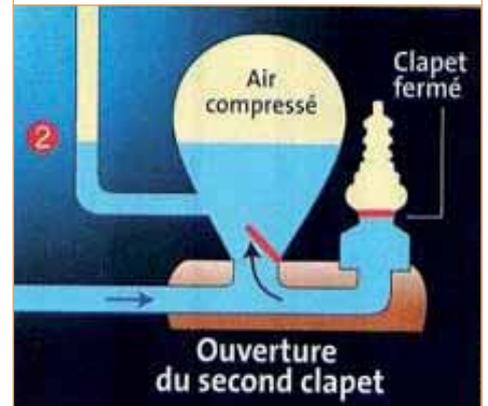
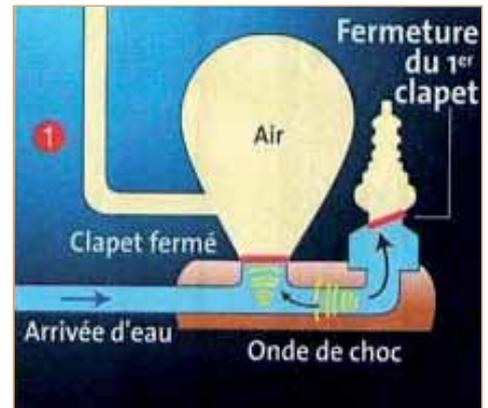


Figure 19 : Schéma de principe et photo du béliet hydraulique du refuge de Pisset - Beaufortain (photo P. Mandaroux, schéma [www. Walton.fr](http://www.walton.fr)).

La matérialisation du périmètre de protection immédiat n'est jamais réalisée dans les plans d'eau.



Figure 20 : Environnement de la prise d'eau du lac Blanc (photo P. Mandaroux).

### 3.1.4 Pour des névés et plaques de neige

Les chaleurs du printemps font fondre la neige et un ruissellement se constitue lorsque la topographie devient favorable. On installe alors un captage classique sur cours d'eau mais de dimensions réduites vu la faiblesse du débit.

Les difficultés interviennent :

- en période printanière où les dispositifs sont masqués par les accumulations de neige, en ubac souvent,
- avec la remontée du névé dans la saison estivale (il faut alors positionner 2 à 3 niveaux de prises d'eau pour prélever au plus près du névé (Col du Palet – Vanoise),

- avec les périodes fraîches à fusion nivale ralentie,

- dans certains cas (Quintino Sella al Félik – Aoste), le glacier est situé plus bas que le refuge. Cela nécessite l'emploi d'une pompe immergée dans un premier bassin de recueil à 150m du refuge.

L'instabilité de la ressource tant du point de vue du débit que de sa position fait que ce type de captage doit le plus souvent être complété par un autre mode d'approvisionnement.

La protection de cette ressource en eau est difficile et peu efficace.



Figure 21 : Captage sur névé, refuge du Pigeonnier - Ecrins.

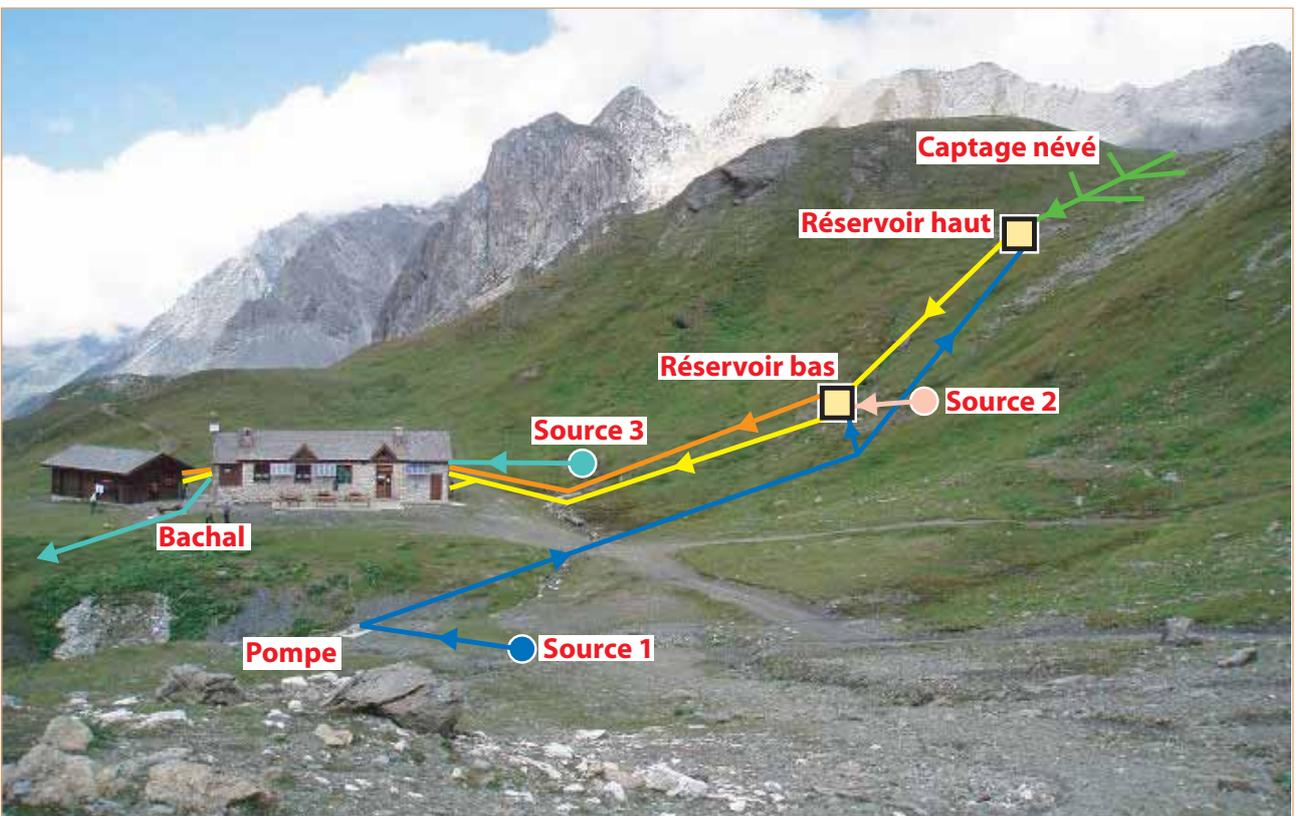


Figure 22 : Adduction d'eau du refuge du Palet – Vanoise (photo P. Mandaroux).

### 3.1.5 Pour l'eau de pluie ou de fonte de neige en toiture

C'est le cas pour des sites sans aquifères, comme les plateaux karstiques (Platé - Aravis-Sixt) ou la haute montagne (Tête Rousse - Mont Blanc).

L'eau est récupérée par une gouttière et conduite dans une citerne placée en sous-sol du bâtiment ou plaquée contre. Dans le cas de neige, la fonte peut être accélérée par des fondoirs à neige (Grands Mulets – Mont Blanc). Une crépine bien dimensionnée retient algues et autres débris légers. Une vidange de fond est nécessaire.



Figure 23 : Collecte et citerne d'eau de pluie, refuge dei Loff (1140m) (Vénétie).

### 3.1.6 Par fonte de glace

C'est le cas du refuge des Cosmiques – Mont Blanc qui provoque la fusion de la glace par chauffage à l'aide d'une résistance électrique grâce à son raccordement au réseau. L'eau est ensuite pompée vers le refuge.

### 3.1.7 Par un réseau de distribution public

14% de l'ensemble des refuges renseignés dans la base de données sont raccordés à un réseau public. L'eau y est abondante et de qualité. Sa gestion ne pose aucune difficulté au gardien. En Vallée d'Aoste, onze refuges sur les 42 ayant répondu à l'enquête se trouvent dans ce cas, soit 26%.

## 3.2 Le réseau d'adduction

Le plus souvent, la distribution de l'eau depuis la chambre de départ, équipée d'éléments de décantation, se fait **gravitairement** par conduite PEHD ( **Tubes Polyéthylène Haute Densité**). Le choix de ce matériau permet, moyennant l'utilisation de raccords électrosoudés, d'obtenir des conduites présentant une excellente résistance mécanique et peu sensibles aux mouvements de terrain. Le coût d'achat d'une canalisation PEHD de diamètre DN32 en PN16 est de l'ordre de 250 € HT pour une couronne de 50 mètres de long. Le choix d'un plus petit diamètre permet d'augmenter la vitesse de circulation pour éviter le gel.

Si des raccords laiton sont utilisés, ils doivent être repérés et visitables. Ces raccords métalliques constituent en effet, des points sensibles au froid donc au gel de l'eau.

La canalisation est parfois enterrée et souvent en surface du terrain. Cette dernière disposition n'est pas souhaitable du fait :

- de son impact paysager,
- de son manque de sécurisation,
- du travail de repli annuel et de redéploiement de l'installation.

Il apparaît préférable d'enterrer le tuyau à faible profondeur (moins de 20 cm) sous couverture végétale ou allée empierrée pour permettre un réchauffement printanier précoce de la conduite. En effet,



il a été constaté, au printemps, la présence de culots de glace dans les tuyaux lorsque ceux-ci présentent des contre-pentes et une impossibilité de vidange totale, ce qui arrive avec la reptation des pentes (Fond d'Aussois - Fond des Fours -Vanoise). Plus le tuyau est disposé en profondeur, plus il met de temps à dégeler. C'est aussi sans compter qu'une installation à faible profondeur ne nécessite pas d'excavation mécanisée et n'apporte pas d'impact majeur sur la végétation (tassement, destruction...). L'utilisation hivernale d'un antigel alimentaire s'avère très efficace pour la protection de la canalisation contre le gel.

L'eau est ensuite conduite directement au bâtiment ou mieux vers un réservoir placé à l'amont du bâtiment. Dans quelques cas, un pompage est nécessaire. La pompe d'extraction de l'eau suffit souvent à refouler jusqu'au bâtiment.

Dans quelques cas, la réalisation de deux réseaux d'adduction permet de séparer dès le départ:

- l'eau destinée à la consommation humaine qui sera traitée. Le point de distribution est classiquement la cuisine.
- l'eau destinée aux autres usages et distribuée dans l'ensemble du bâtiment (toilettes, lavabos, sanitaires). Dans ce cas, une signalétique doit avertir les usagers de la qualité de l'eau sur les lavabos.

*Figure 24 : Réseau d'adduction du refuge des Conscrits - Mont Blanc et conduite enterrée au refuge Félix Faure (photos S. Pelisset).*

### 3.3 Les réservoirs

Ils servent à stocker l'eau pour satisfaire les périodes de fortes consommations, en journée ou en fin de semaine. Ils sont disposés soit dans le bâtiment ou contre celui-ci (Preset- Beaufortain), soit mieux, sur le terrain à l'amont du bâtiment (Lac Blanc-Aiguilles Rouges), dans une position en hauteur permettant une distribution gravitaire.

Dans tous les cas, ils doivent être conçus à la fois comme des bassins de décantation, avec vidange de fond, surverse et regard de visite et comme réservoir de stockage.

Ils peuvent être enterrés ou non. Dans le premier cas, ils tempèrent les grosses variations de température mais les fuites sont plus difficiles à déceler.

Ils peuvent être en béton, en plastique alimentaire ou mieux en inox, de capacité variant de 2m<sup>3</sup> (La Leisse - Vanoise) à 8 m<sup>3</sup> (Lac Blanc - Aiguilles Rouges).

La sortie comporte nécessairement une crépine largement dimensionnée.



Figure 25 : Réservoir extérieur d'eau potable refuge de Preset - Beaufortain (photo P. Mandaroux).



Figure 26 : Réservoir haut du refuge du lac Blanc - Aiguilles Rouges (photo P. Mandaroux).

## 3.4 Les traitements de l'eau

### 3.4.1 Le prétraitement

La première étape du **prétraitement** de l'eau consiste à éliminer les éléments physiques indésirables (sables, matières en suspension) par **décantation**. Pour cela, les dispositifs de captage (chambre de récupération) et de stockage (réservoir) contribuent à assurer ce prétraitement. Un nombre accru de bassins de décantation est nécessaire pour les prises d'eau en torrents, surtout pour ceux ravinant des formations meubles (moraine, schistes altérés...), (Avérole - Haute Maurienne). Une **crépine** bien dimensionnée doit équiper le tuyau de départ.

Puis des **filtres** servent à fixer les dernières **matières en suspension** présentes dans l'eau. Les filtres à poches ou à cartouche sont bien adaptés. Ils peuvent être garnis (charbon actif, coton) et complétés par des filtres en céramique dont les pores sont plus petits. Ces filtres sont en général associés en série, par ordre décroissant de la taille des pores, de 200 à 25 microns (Avérole - Haute Maurienne). Les cartouches doivent être parfois changées tous les dix jours.

Le Parc national de la Vanoise a opté pour des filtres de 100 microns à tamis argenté. Ces filtres sont équipés de tissus en acier inoxydable. Un système de rétrolavage manuel ou automatique permet de s'exonérer complètement de cartouches interchangeables. Ces filtres sont robustes, économiques à l'exploitation et n'occasionnent qu'une faible perte de charge (de l'ordre de 0,2 bar ) lorsque la pression d'arrivée est déjà faible. Le prix est de 350 € HT pour un modèle à rétrolavage manuel. Une filtration complémentaire reste utile.



Figure 27 : Filtres (photo S. Pelisset).

### 3.4.2 Le traitement

En règle générale, le **traitement bactéricide de l'eau**, suit la filtration et est assuré par traitement aux ultra-violetts. Une lampe particulière envoie des rayons UV à travers une gaine en quartz vers l'eau circulant dans un tube. Pour une parfaite efficacité, l'eau doit être la plus claire possible, sans matières en suspension. C'est essentiellement l'eau de consommation qui est traitée car cette technique est consommatrice d'énergie. Celle-ci est assurée le plus souvent par des panneaux solaires (Les Evettes - Haute Maurienne). Pour un débit traité de l'ordre de 500l/h et une puissance électrique de la lampe de 11 Watts pour une transmission supérieure à 90% (clarté de l'eau), la consommation journalière s'élève à 265 Wh. La puissance des modules photovoltaïques nécessaires doit être d'au moins 135 Wc. Des programmeurs horaires (pour extinction de la lampe la nuit par exemple) tendent à optimiser la puissance des modules photovoltaïques mais au détriment de la durée d'utilisation de la lampe prévue au départ pour 8500 heures.

Les alimentations électriques peuvent se faire en 220V ou 24V. Les puissances électriques se situent entre 40 et 60W pour des débits de 1 à 2,2 m<sup>3</sup>/h. Le coût est de l'ordre de 1400 € HT pour la partie traitement UV. Le prix d'une lampe varie de 25 à 35 € HT, celui de la gaine en quartz est de 20 € HT. L'alimentation électrique 220V AC du filtre Judo n'est nécessaire que pour le modèle à rétrolavage automatique.

Néanmoins, des dysfonctionnements sont relevés, comme un mauvais approvisionnement électrique (Les Conscrits - Mont Blanc), de la condensation en cuisine (Le Palet - Vanoise) ou une mauvaise filtration préalable, sans compter les risques de destruction de la gaine en quartz en période d'hiver du fait du gel en cas de mauvaise vidange.

Un dispositif type de traitement de l'eau par ultraviolets doit être conçu suivant le schéma de la figure 28.

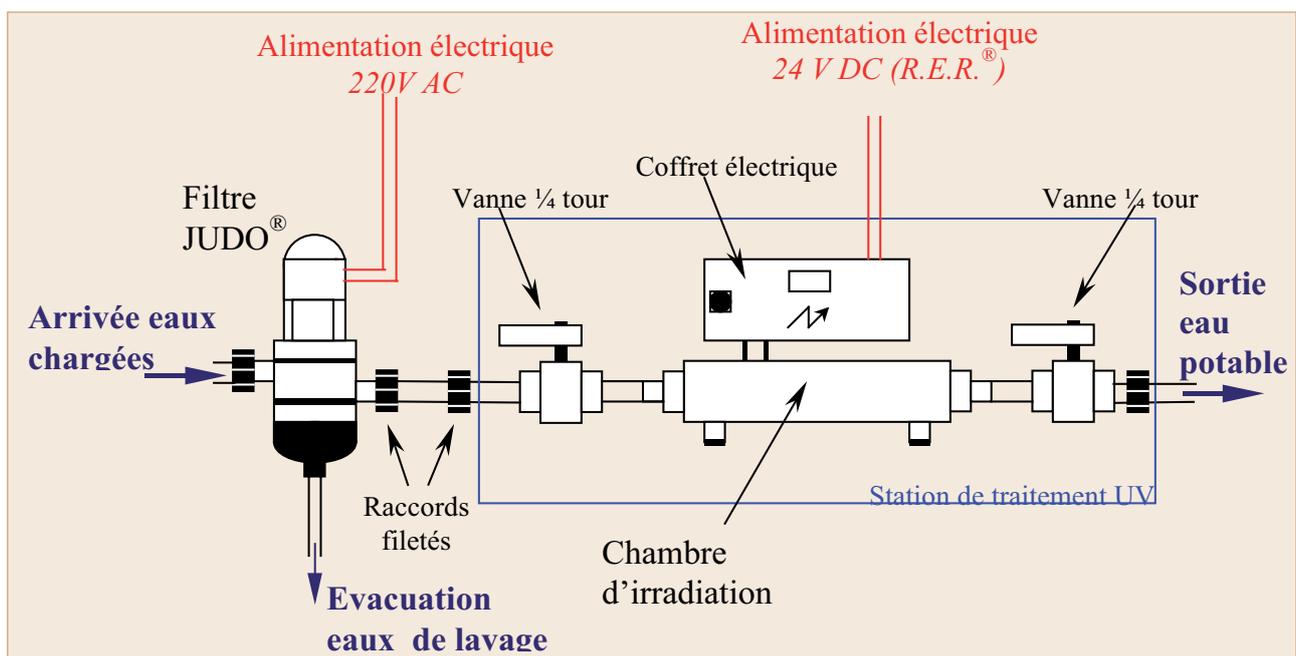
Le traitement à base de chlore est peu utilisé et en cours d'abandon. Des pastilles de chlore sont encore utilisées à Presset - Beaufortain.

**Une chloration annuelle des réseaux** de distribution à partir de la chambre de départ doit être réalisée.

De même, **la mise hors gel** de toutes les installations est absolument nécessaire. Elle peut demander jusqu'à une journée de travail suivant la complexité de l'installation.



Figure 28 : Schéma de principe et photo du traitement UV au refuge de l'Arpont - Vanoise (photo PNV).



# 4

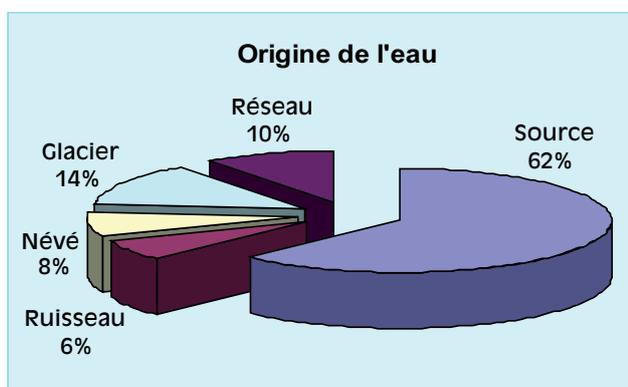
## **Bilan sur les eaux distribuées**

L'exploitation de la base de données, conçue dans le cadre du projet Alcotra Interreg Refuges n° 192 « *Qualification de l'offre des refuges de haute montagne pour un tourisme durable dans les vallées d'Aoste et les pays de Savoie* » nous fournit des indications sur l'état des lieux de plus de 150 refuges des pays de Savoie et de la Vallée d'Aoste.

Le taux de réponse est variable selon les critères étudiés. Il est en moyenne supérieur à 50%. En Vallée d'Aoste, 54 refuges sont recensés. Compte tenu de trois refuges fermés pour travaux, le taux de réponse s'établit à 83 % (42 refuges).

## 4.1 Sur l'origine des eaux

Plus de la moitié des refuges référencés est alimentée par des sources bien localisées, ce qui est favorable à la maîtrise qualitative de l'eau.



Neige, névés et glaciers constituent l'unique ressource pour les refuges de haute altitude (22%). Les débits récupérés sont faibles et l'utilisation de l'eau doit être optimisée.

Quant aux ruisseaux, ils satisfont les besoins de 6% des refuges, avec beaucoup de difficultés de captage et de prétraitement de l'eau.

Les prises d'eau sont fixes dans 68% des cas. Pour les autres, le gardien doit fréquemment les repositionner.

## 4.2 Sur les débits utilisés

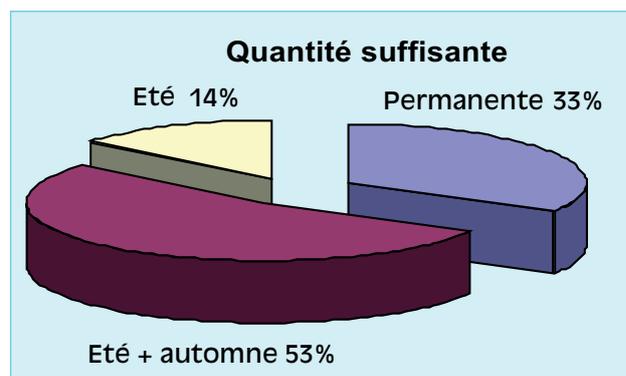
Ils sont fonction du **confort du refuge** (cuisine, douche, toilettes, WC avec eau...) et des capacités de la ressource.

**Il n'y a pas de compteur d'eau dans les refuges** non raccordés à une adduction publique. Aussi, les consommations sont approchées et souvent sujettes à discussion :

- pour les refuges de haute altitude, la consommation de 5 l/nuitée est vraisemblable.
- elle passe à 40 l/nuitée pour les refuges étapes sur les grands circuits et à 80 l/nuitée pour les refuges à restauration dominante.

Près de 14% des refuges connaissent des difficultés d'approvisionnement en fin d'été.

Quant à l'alimentation hivernale et de début de printemps, elle n'est réalisée par de l'eau courante que pour 33% des refuges. Il faut alors faire appel à de l'eau de fonte de neige.

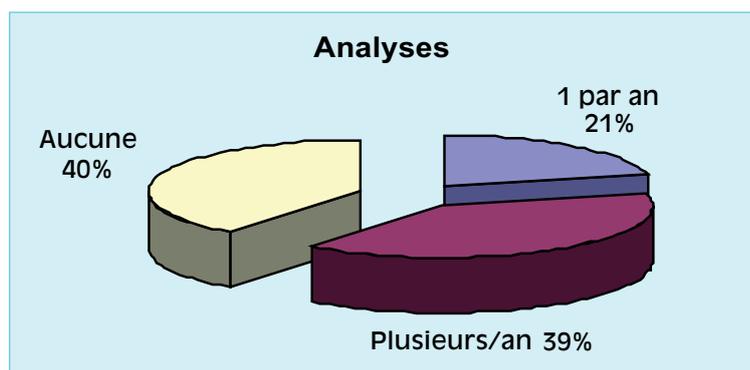


L'absence de données précises est un lourd handicap pour le dimensionnement des dispositifs de traitement des eaux potables et usées.

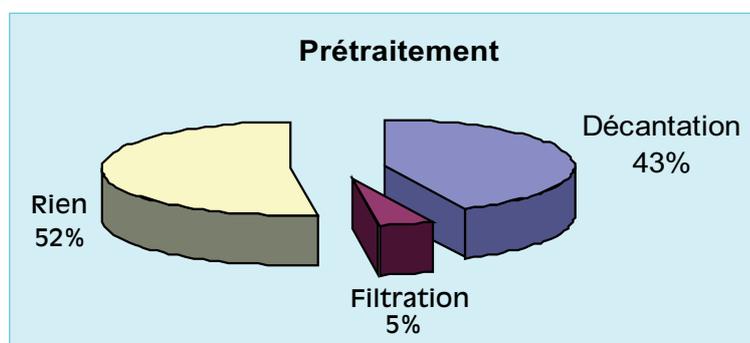
## 4.3 Sur la qualité des eaux

En Vallée d'Aoste environ 21% des refuges sont équipés de compteurs. Le même pourcentage est équipé de dispositifs d'économie d'eau. On constate que seuls deux des neuf refuges équipés de compteurs sont aussi équipés d'économiseurs. Cela indique que même en l'absence de comptage, les gestionnaires sont soucieux d'économiser l'eau.

L'eau naturelle, brute, même souterraine est **très peu minéralisée** pour le plus grand nombre des refuges. Les conductivités électriques estivales sont presque toujours inférieures à 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , souvent inférieures à 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Elles résultent d'aquifères superficiels et de ruissellements où les précipitations pluviales ou neigeuses sont rapidement écoulées.

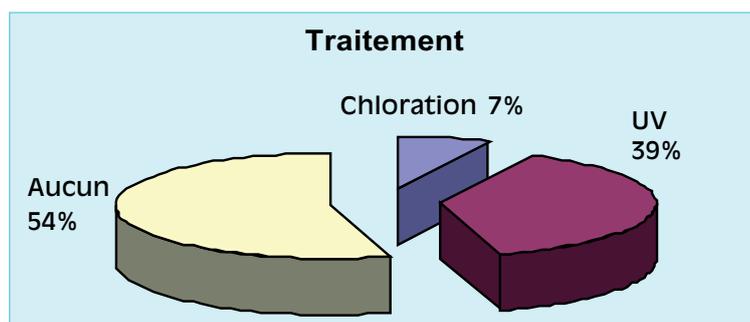


Sur les refuges des pays de Savoie renseignés, les eaux captées brutes sont, pour 70% des analyses, **non conformes** aux normes de potabilité bactériologique, même dans les sites de haute altitude. Mais 40% des refuges ne fournissent pas au moins une analyse annuelle. Lorsque deux analyses sont effectuées par an, on constate une dégradation de la qualité générée par la présence d'animaux ( sauvages ou domestiques) et la raréfaction de l'eau.



La **turbidité des eaux**, relevée surtout pour les prises d'eau en torrents, rend le traitement de l'eau difficile et nécessite la mise en place de prétraitements par décantation et filtration.

Dans les pays de Savoie ,les traitements de l'eau sont assurés par la mise en place de lampes UV (36% des refuges en sont équipés mais moins de la moitié des dispositifs est opérationnelle) et par chloration (5% des refuges). Seule l'eau de cuisine est traitée.



En Vallée d'Aoste, on note 42 % d'UV, 14% de chloration et 2 % d'adoucisseurs. Dans 38% des cas, c'est de l'eau en bouteille qui est proposée.

## 4.4 Sur les installations

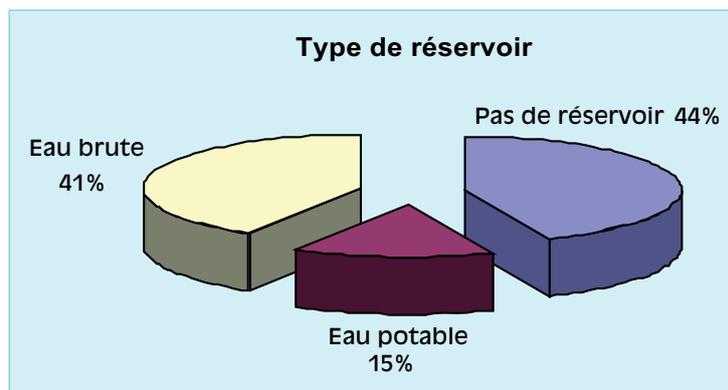
Les aménagements ont été le plus souvent réalisés au coup par coup, sans les moyens techniques adaptés, par des opérateurs volontaires mais peu expérimentés.

Les prises d'eau sont généralement sommaires, réalisées à la main sans moyen matériel et mal étanchées (Tré la Tête – Mont Blanc).

Le périmètre de protection immédiate n'est matérialisé que dans 20% des cas.

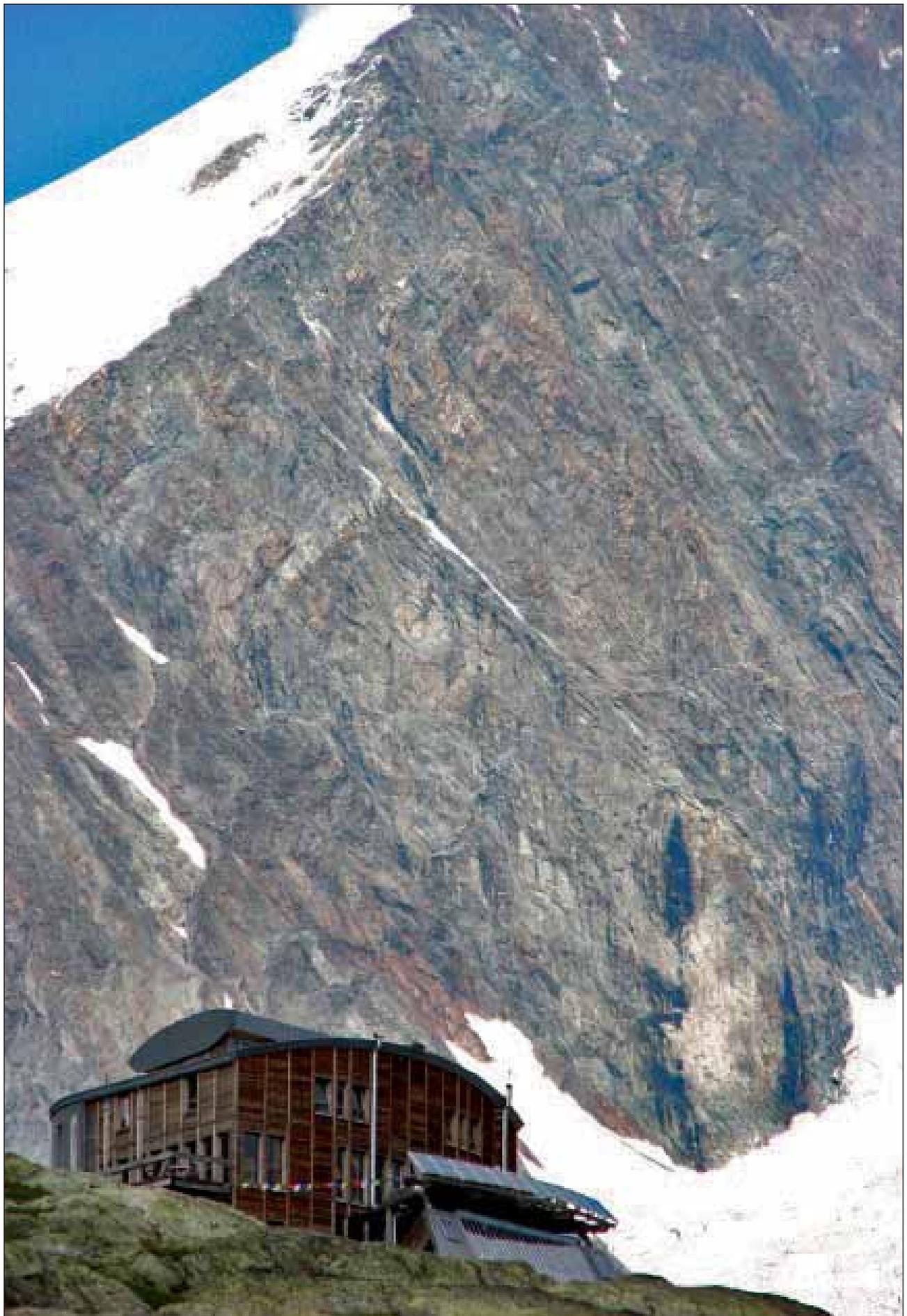
Les dispositifs de décantation sont largement **sous-dimensionnés**, à rares vidanges de fond. Les crépines sur le départ des adductions d'eau sont absentes ou retirées pour 60% des refuges.

En dehors des refuges raccordés à un réseau public (10%), près de 45% des refuges sont alimentés en direct, sans stockage d'eau.



*Refuge de Presset, Massif du Beaufortain - Savoie (France).*

# 5 Recommendations



*Refuge des Conscrits, 2602 m, Massif du Mont Blanc (France).*

**C'est au niveau du captage de l'eau** (prise d'eau, drains, chambre de récupération, vidanges de fond, crépines) **que les manquements aux règles de l'art et aux contraintes sanitaires sont les plus grands.** Ils engendrent des désordres et des difficultés pour la distribution et le traitement des eaux.

Il importe de faire **un effort technique et financier conséquent** dans ce domaine, dès la conception d'un nouveau refuge ou de la réhabilitation d'un ancien. La citerne cylindrique, pré équipée, telle que proposée par le Parc National de la Vanoise, répond bien aux critères d'une chambre de départ. Reste la phase terrain qui demande des moyens mécaniques adaptés.

**Un stockage de l'eau** à proximité du refuge, dans un réservoir équipé, avec crépine et vidange de fond, doit précéder les dispositifs de traitement bactéricide de l'eau (filtration si nécessaire et UV si énergie dis-

ponible). Avant chaque remise en eau, les cuves doivent être nettoyées, désinfectées et rincées à l'aide d'une dose de Javel à 12° chlorométrique, soit 50 ml d'eau de Javel par mètre cube d'eau.

**La qualité du captage et du pré-traitement** conditionne la durée de vie des dispositifs de filtration. Elle est garante de l'efficacité du traitement UV

**Deux analyses annuelles** de l'eau doivent être réalisées pour chacun des refuges disposant d'eau courante. Une information doit être fournie aux usagers sur la qualité de l'eau et doit préciser les points d'eau potable disponibles dans le refuge.

**La mise hors gel du réseau** doit être soigneusement réalisée pour chaque refuge en fin de saison estivale. Le repérage des différentes installations (captage, réservoirs, raccords,...) doit être matérialisé à l'aide de perches, avant les premières neiges.



*Mont Blanc, vu depuis Chamonix - Savoie (France) (photo Velio Coviello).*



*Refuge du Plan du Lac, 2365 m, Massif de la Vanoise, Savoie (France).*



*Refuge du Plan Sec, 2320 m, Massif de la Vanoise, Savoie (France).*

# Bibliographie

- ARPE 2007, Guide de gestion environnementale des refuges gardés dans les Pyrénées. ADEME, DIREN, PN Pyrénées.
- BELINE J. et LEFEVRE A., 2004. Alimentation en eau et assainissement des refuges du massif du Mont Blanc. Etat des lieux des installations. Mémoire de stage IUP Montagne et ESIGEC, Université de Savoie-Club Alpin français.
- BELTRAMO R. et DUGLIO S. 2006, il ciclo delle acque nei rifugi alpini della Valle d'Aosta : approvvigionamento, uso e principali aspetti ambientali , Sopra il Livello del Mare, N°27, pp 22-27, Istituto Nazionale della Montagna - IMONT Editore
- BERGER J., BRISSON E. et POUPELIN C., 1999. Alimentation en eau et assainissement des refuges d'altitude. Evaluation et diagnostic des installations. Mémoire de stage-MST Montagne-Université de Savoie.
- BOBET L., 2006. Alimentation en eau potable et élimination des effluents en sites isolés d'altitude. Bilan réglementaire Master 2 EAEP, Université de Savoie.
- CHEVASSU L., 2003- Proposition d'une charte de gestion environnementale des refuges de l'espace parc. PN Vanoise, Mémoire Master2 Pro, Université de Nice
- FRITSCH E., 1997. Gestion de l'eau dans les bâtiments d'altitude. Les cahiers techniques de l'Association Randonnées pyrénéennes.
- JACOB J., 2006. Potabilisation et assainissement des eaux au sein des massifs du Mont Blanc et de la Vanoise. Mémoire stage EPGM-Club Alpin français-Université de Savoie.
- MARTIN S., 2002. Application photovoltaïque. Gestion de l'énergie. Potabilisation de l'eau. DESS, Université de Savoie-Parc national de la Vanoise.
- MANDAROUX P. et PELISSET S., 2007. Alimentation en eau potable des sites isolés d'altitude. Rapport préliminaire EDYTEM, Université de Savoie.
- MERMINOD F., 2007. Alimentation en eau et assainissement des refuges appartenant au Parc National de la Vanoise. Diagnostic des installations. Aspects réglementaires et fonctionnels. Stage Mastère EPGM Université de Savoie-Parc National de la Vanoise.



*Refuge de Chaligne, 1943 m, Vallée d'Aoste (Italie).*



*Refuge de Tré la Tête, 1970 m, Massif du Mont Blanc, Savoie (France).*



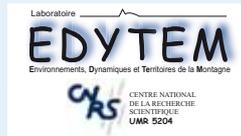
## Partenaires



Agence Touristique  
Départementale  
de Haute-Savoie



## Collaborateurs



## Cofinanceurs



Région  
**Rhône-Alpes**



ISBN 978-2-9520432-5-0



9 782952 043250