

Maud SUBIT
Diplôme Universitaire de Gardien de Refuge
Note de Synthèse
Session 2009

LE CONCEPT HORS-GEL DANS L'ALIMENTATION EN EAU DES REFUGES DE MONTAGNE

Université Toulouse - Le Mirail (UTM)
CETIA - 09000 Foix
Responsable pédagogique : Pierre-Jean PRADALIER
Responsable administratif : Philippe GODARD

LE CONCEPT HORS-GEL DANS L'ALIMENTATION EN EAU DES REFUGES DE MONTAGNE

Université Toulouse - Le Mirail (UTM)
CETIA - 09000 Foix
Responsable pédagogique : Pierre-Jean PRADALIER
Responsable administratif : Philippe GODARD

SOMMAIRE

Introduction	5
Première partie : Réglementation et définitions	6
1. L'alimentation en eau des refuges	6
2. Définitions et notions clés concernant la problématique hors-gel	7
Deuxième partie : Étude et fonctionnement de 6 refuges	8
1. Reconstruction hors-gel : le refuge du Col du Palet	8
2. Point mort et vidange : le refuge de l'Etang d'Araing	8
3. Installation amovible en saison printanière : le refuge du Châtelleret	9
4. Mise hors-gel manuelle et fixe : le refuge de la Dent Parrachée	11
5. Installation enterrée et pico centrale : le refuge du Chardonnet	12
6. Construction hors-gel et tuyau multi-couches : le refuge de Sarenne	12
Troisième partie : Les principes du concept hors-gel	14
Conclusion	20
Annexes	21
Ressources bibliographiques	23
Ressources humaines et remerciements	23

« Aux dures contraintes de la montagne, plantes et animaux se sont façonnés. Ici, il faut faire face au froid, au vent, aux écarts extrêmes de la température, à la neige, au manque d'oxygène. (...) Vivre dans un milieu aussi particulier impose des adaptations très distinctes. Cette notion d'adaptation domine toute la biologie de la haute altitude. » L'auteur de cette citation, Bernard Fischesser dans La Vie de la Montagne (page 145) nous dit aussi qu'à 2000 mètres d'altitude, il y a six mois d'hiver, à 3000 mètres, dix mois dont la température moyenne est négative et à 3100 mètres, 313 jours de gel par an.

Le gardien de refuge étant un animal comme les autres doit, lui aussi, s'adapter à ces conditions de vie extrêmes.

Les saules herbacés enfoncez leurs racines profondément dans le sol pour lutter contre le gel ; les rhododendrons, gélifs, s'installent en face nord pour se protéger du gel grâce au manteau neigeux protecteur et isolant ; et les refuges de montagne recherchent la moindre fonte de neige, le moindre écoulement d'eau pour s'approvisionner tant bien que mal en eau malgré la neige, le froid ou l'hiver.

« Au printemps, la cause principale du manque d'eau est le gel » nous dit le Guide de gestion environnementale des refuges gardés des Pyrénées (page 14).

Les mises en eau sont généralement les points clés des ouvertures de saison. Des stocks d'eau potables sont souvent montés ou héliportés au cas où le captage d'eau ne soit pas possible dans l'immédiat alors qu'en refuge, nous sommes tout près des origines des sources d'eau, parfois même dans les bassins versants. Mais nous ne pouvons avoir accès à ces ressources, en particulier, à cause du gel.

Quelles solutions mettre en place face au problème du gel qui bloque la circulation de l'eau ? Comment assurer l'approvisionnement en eau d'un refuge en début de saison estivale comme en saison printanière et/ou hivernale ?

C'est à ces questions que nous nous proposons de réfléchir dans cette note de synthèse où l'objectif de notre travail est de donner les grandes lignes du concept hors-gel pour l'alimentation en eau d'un refuge de montagne.

Le point de départ de notre réflexion est notre volonté de travailler en refuge en saison enneigée et le constat qu'un certain nombre de refuges ne sont pas gardés en cette saison en partie à cause du manque d'eau. Il nous a donc semblé intéressant de creuser ce problème afin de trouver d'éventuelles pistes permettant peut-être l'ouverture printanière de certains refuges, ces mêmes pistes pouvant faciliter le travail de refuges déjà ouverts au printemps et faciliter aussi le travail d'ouverture de refuges fin mai - début juin pour la saison estivale, encore confrontés parfois aux problèmes de gel.

Un approvisionnement en eau stable et constant permet d'optimiser la vie en refuge tant pour les gardiens que pour les usagers : eau (potable) disponible, moyens accrus pour l'hygiène et la préparation des repas, assainissement possible du refuge pour une bonne gestion environnementale.

Dans un premier temps, nous allons définir rapidement les réglementations et concepts nécessaires à notre travail, puis nous étudierons le fonctionnement de six refuges concernant la lutte contre le gel dans leurs réseaux d'adduction et de distribution d'eau et enfin, à partir de cette étude, nous proposerons une synthèse des principes du concept hors-gel.

I. Réglementation et définitions

Pour ce chapitre, notre objectif est de clarifier notre contexte de travail et d'étude en précisant certaines réglementations et définitions que nous allons utiliser tout au long de notre travail. Ces notions concernent d'une part l'alimentation en eau des refuges et d'autre part la problématique hors-gel.

1. L'alimentation en eau des refuges

En tant qu'Etablissement Recevant du Public (ERP), les refuges ont l'obligation de fournir de l'eau potable à leurs usagers. Le Code de la Santé Publique précise qu'une autorisation préfectorale est obligatoire pour tout prélèvement d'eau dans le milieu naturel. Rappelons aussi les caractéristiques spécifiques d'un refuge de montagne définies par le décret du 23 mars 2007 : « Un refuge est un établissement d'hébergement recevant du public gardé ou non, situé en altitude dans un site isolé. Son isolement se caractérise par l'absence d'accès tant par voie carrossable que par remontée mécanique de type téléporté ouverte au public et par l'inaccessibilité pendant au moins une partie de l'année aux véhicules et engins de secours. »

En France, il n'existe pas de réglementation spécifique à la montagne. Par conséquent, même si ce décret reconnaît les spécificités propres des refuges liées à leur situation en zone de montagne, ces derniers ont les mêmes contraintes réglementaires pour l'alimentation en eau potable que les ERP situés en vallée et souvent reliés au réseau de distribution d'eau potable.

En montagne, l'origine des eaux d'alimentation est très variée :

- sources (écoulement de surface ou captage souterrain),
- lacs,
- torrents,
- névés,
- eaux de ruissellement,
- glaciers,
- nappes phréatiques,
- liaison au réseau d'eau potable.

Malgré ces possibilités multiples et la proximité des ressources d'eau, l'approvisionnement en eau des refuges n'est pas toujours simple. Le guide Alcotra sur l'Alimentation en eau en site isolé d'altitude précise (page 36) que « les prises d'eau sont fixes dans 68 % des cas. Pour les autres, le gardien doit fréquemment les repositionner ». La problématique hors-gel ne peut être prise en compte que pour des prises d'eau fixes, où la ressource en eau permet un approvisionnement continu du refuge.

Une fois le captage réalisé, c'est l'ensemble du réseau de circulation d'eau du refuge qui va nous intéresser pour la mise hors-gel. Il comprend : le captage, l'adduction (avec crépine, bac de décantation, réservoir(s), filtres et autres traitements pour rendre l'eau potable) mais aussi les flux sortants du refuge avec le réseau de traitement des effluents ou eaux usées. On en distingue deux sortes : les eaux ménagères d'une part, issues des eaux de cuisine et des eaux de lavage, et les eaux vannes d'autre part, issues des sanitaires. Nous en reparlerons dans notre deuxième partie.

2. Définitions et notions clés concernant la problématique HORS-GEL :

En génie civil, ce terme est en général utilisé pour parler des fondations. La profondeur « hors-gel » est celle à laquelle le sol ne gèle pas. En effet, la base de la semelle des fondations ne doit pas s'appuyer sur un sol susceptible de geler car cela peut créer des désordres dans le terrain et fragiliser le bâtiment, notamment par le biais de fissures. Lorsqu'il s'agit d'une habitation, on dit qu'elle est hors-d'eau lorsque la toiture est posée, hors-d'air lorsqu'en plus les fenêtres sont installées et enfin hors-gel lorsqu'une température minimum (souvent +5 C°) est assurée au sein du bâtiment pour éviter à la tuyauterie de se dégrader sous la contrainte de la dilatation de l'eau sous forme de glace.

La glace est la forme solide de l'eau qui gèle en principe à 0 C°.

La congélation de l'eau s'accompagne d'une augmentation de volume d'environ 10%. Cette augmentation est due à des modifications physiques et moléculaires qui apparaissent dès le point de congélation. Cela explique pourquoi les canalisations « explosent » à cause du gel, tout comme les roches sous le phénomène de gélifraction.

La notion de débit va également nous intéresser.

Selon le Glossaire d'Hydrologie International (GHI) rédigé en 1992 sous l'égide de l'UNESCO et de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), « le débit est le volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau par unité de temps ». Il est en général exprimé en m³ par seconde, parfois en litre par seconde pour les plus petits cours d'eau.

La notion d'étiage aussi est importante : le GHI la définit comme « le plus bas niveau atteint par un cours d'eau ou un lac ».

C'est notamment le débit d'étiage qui sera déterminant dans le dimensionnement des installations. Nous pouvons le définir comme la plus petite valeur du débit d'un cours d'eau durant une année hydraulique.

Nous possédons désormais les principaux outils réglementaires et conceptuels pour entreprendre l'étude de la gestion du gel dans les installations de réseau d'eau de six refuges différents, objet de notre deuxième partie.

II. Étude du fonctionnement de 6 refuges

Pour cette partie, l'objectif de notre travail est d'étudier différents refuges pour comprendre ce qui se fait sur le terrain en matière de gestion du gel dans les systèmes d'alimentation et de circulation d'eau.

Nous allons aborder six cas de figure que nous présentons dans l'ordre croissant des temps d'ouverture des refuges en saison hivernale et/ou printanière et en fonction de l'exemple qu'il nous donne. Pour chaque terrain d'étude, nous présentons d'abord le contexte rapide du refuge, ses périodes d'ouverture, ses installations et fonctionnement puis leurs conséquences.

1. Reconstruction hors-gel : le refuge du Col du Palet

Ce refuge, d'une capacité de 47 places, appartient au Parc National de la Vanoise et se situe dans la zone coeur du Parc, à 2655 mètres d'altitude, au dessus de Tignes. Il est gardé depuis plusieurs années par Anne-Laure Lombard de la mi-juin à la mi-septembre. L'approvisionnement en eau se fait par plusieurs biais : en début de saison par la récupération de l'eau de fonte d'un névé situé en amont du refuge, puis par la remontée via une pompe électrique d'eau de source dans deux citernes situées aussi en amont du refuge. J'ai travaillé au Palet en tant qu'aide-gardienne durant la saison estivale 2008. C'est là que la problématique des installations hors-gel m'est venue car en discutant avec Anne-Laure, elle m'a expliqué que le refuge n'était pas ouvert en saison printanière notamment à cause des problèmes de gel pour l'approvisionnement en eau. Par ailleurs, en juillet 2008 a été inauguré le nouveau bâtiment (deux dortoirs et les sanitaires). J'ai appris alors que ce bâtiment était dit « hors-gel » car l'ensemble des installations pour les sanitaires avait été enterré à environ un mètre lors de sa reconstruction.

Malgré cela, comme le circuit d'adduction d'eau n'est pas hors-gel, le refuge ne peut être alimenté en eau courante au printemps.

Il arrive parfois qu'à l'ouverture, la présence de gel empêche l'adduction d'eau. Un antigel alimentaire est alors utilisé.

Cet exemple nous donne un premier indice de mise hors-gel d'une installation hydraulique par l'enterrement des canalisations à 1 mètre et d'éviction du gel par antigel.

2. Point mort et vidange : le refuge de l'Etang d'Araing

Ce refuge d'une capacité de 52 places appartient à la Fédération Française des Clubs Alpins et de Montagne (FFCAM) et se situe à 1965 mètres d'altitude dans le Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises, près de la vallée du Biros. Il est gardé du 1er juin au 30 septembre depuis plusieurs années par Anoura Barré qui a eu la sympathie de nous accueillir, avec deux autres stagiaires en formation, durant 3 jours début juin 2009 dans le cadre de notre travail sur l'ouverture de début de saison d'un refuge.

La mise en eau du refuge s'effectue dans les jours suivants l'ouverture, en fonction des

conditions d'enneigement. Une source est captée à environ 1 Km du refuge et amenée par des tuyaux posés à même le sol. A chaque fin de saison, Anoura replie une grande partie des tuyaux, en particulier ceux se situant sur des couloirs d'avalanche. Les autres sont laissés en place durant les 8 mois de fermeture.

Ainsi, lors de l'ouverture, la mise en eau se fait par raccordement des tuyaux repliés au réseau, le remplissage de la citerne extérieure de 3000 L située au dessus du refuge et la réouverture du circuit interne du refuge.

Pour lutter contre le gel et l'explosion des canalisations internes, une vidange totale du circuit est effectuée lors de la fermeture du refuge fin septembre.

Or, il arrive que de l'eau stagne malgré tout dans un point bas du circuit et qu'avec le gel, la conduite se déforme et se détériore jusqu'à se fissurer et se percer. C'est ce qu'il s'est produit durant l'hiver 2009. Et nous avons donc réparé la partie de tuyau endommagée et rajouté une vanne de vidange pour la prochaine période de fermeture.

Cette expérience, très formatrice, nous montre que la problématique du gel ne concerne pas seulement les refuges ouverts en saison printanière mais rentre aussi dans les enjeux d'ouverture de saison estivale. Les solutions mises en place par le gardien sont intéressantes car efficaces et à moindre coût et nous montrent l'importance de la vidange des réseaux et de l'absence de point mort dans les circuits de circulation d'eau. Nous reprendrons ces deux points dans nos propositions.

3. Installation amovible en saison printanière : le refuge du Châtelleret

Ce refuge de la FFCAM, d'une capacité de 65 places, est situé en zone coeur du Parc National des Ecrins, près de la Bérarde, à 2225 mètres d'altitude. J'ai effectué mon stage de printemps au Châtelleret la première quinzaine du mois d'avril. Il est gardé depuis quelques années par Brigitte Moreau, en saison printanière environ 5 semaines (début avril - mi-mai) et en saison estivale de mi-juin à mi-septembre.

L'alimentation en eau est différente selon la saison et la majeure partie de l'installation n'est pas fixe. Le système d'adduction est mis en place à l'ouverture et rangé lors de la fermeture. Il n'y a donc pas d'installation hors-gel à proprement parlé mais Brigitte utilise différents systèmes pour arriver à fonctionner malgré tout printemps comme été.

En été, le refuge se procure de l'eau par deux captages : celui d'une source qui alimente le refuge directement par gravité, sans réservoir, avec une faible pression, qui est agréée par la DASS, et celui du torrent en amont du refuge grâce à un tuyau enterré en partie, avec un dénivelé suffisant pour permettre l'adduction gravitaire. Elle arrive dans deux cuves de décantation extérieures, situées au dessus du refuge.

Ces deux installations ne peuvent être laissées en place pour l'ouverture printanière à cause des problèmes de gel et de dégradation des crépines et des tuyaux de canalisation.

Au printemps, l'alimentation en eau est un peu plus aléatoire car le captage du torrent, n'étant pas accessible, ne peut donc pas être réinstallé avant la fonte des neiges. Le refuge se fournit alors en eau de deux façons : par la fonte de neige du toit et par le pompage d'une eau de source lorsque son accès a été creusé dans la neige et que la source coule.

La récupération des eaux de fonte du toit se fait avec des seaux et demande une petite

attention de la part des gardiens pour les vider régulièrement et stocker le maximum d'eau. La fonte a surtout lieu lorsque la température est élevée et que le soleil est bien présent. Cette alimentation en eau est par conséquent laborieuse et peu rentable. L'eau récoltée n'est évidemment pas potable officiellement mais sert aux tâches ménagères comme la vaisselle et le ménage. L'eau potable provient alors des packs d'eau héliportés en début de saison.

La source de printemps, quant à elle, se situe à une trentaine de mètres du refuge, sous un rocher qu'il faut déneiger (trou à creuser d'environ 5 mètres suivant les conditions d'enneigement). Une fois la source dégagée, une citerne intérieure de 750 L est remplie grâce à une pompe branchée sur le groupe électrogène. Cette réserve permet une autonomie d'eau de 3 à 4 jours en mode économique, suivant la fréquentation du refuge.

La présence d'une citerne est très importante car il arrive que la source soit intermittente et ne coule plus quelques jours durant.

Les deux modes d'approvisionnement sont souvent combinés.

Depuis plusieurs années déjà, une étude a été effectuée concernant les travaux d'adduction d'eau nécessaires pour un approvisionnement constant et fiable, été comme printemps, avec notamment l'enterrement des canalisations. Mais le projet n'a pas encore abouti.

L'absence d'un approvisionnement en eau constant et dans tout le refuge empêche celui-ci de fonctionner de façon optimale et surtout de façon non polluante en matière de traitement des effluents provenant des sanitaires. Le refuge n'étant pas mis en eau au printemps, les toilettes intérieures reliées à la fosse sceptique sont condamnées et un wc extérieur est mis à disposition des clients : c'est une cabane en tôle avec un simple trou posé sur la neige, à peu près au dessus du torrent. Le torrent servira ainsi de chasse d'eau lors de la fonte des neiges.

Si des solutions ont été trouvées pour pallier aux problèmes de gel et d'absence d'installations fixes, une des conséquences non négligeable de ce système est la probable pollution du bassin versant par le non traitement des eaux vannes, c'est-à-dire par le rejet directement dans la nature et dans le torrent des déjections fécales, papier toilette, germes pathogènes et autres.

Cet exemple nous montre que la lutte contre le gel est importante non seulement pour l'approvisionnement en eau mais aussi pour tout ce qui touche à la circulation de l'eau dans le bâtiment dont notamment le traitement des eaux usées et à l'assainissement.

Il existe donc des enjeux de confort, de fonctionnement mais aussi de gestion environnementale et de préservation des ressources du milieu, en particulier des aquifères et bassins versants. Le guide technique sur l'Assainissement en site isolé d'altitude le rappelle très clairement (page 15) : « les pollutions émises par les refuges placés en tête de bassins versants contribuent à menacer la qualité des eaux superficielles et souterraines localisées en contrebas ». Dans le cas d'absence d'eau courante définie comme une disponibilité permanente d'eau en quantité suffisante pour entraîner les effluents, le guide préconise alors l'usage de techniques d'assainissement sans eau pour le traitement des déjections fécales (fosse étanche, toilettes sèches à sciure, toilettes chimiques, toilettes à séparation). Ces techniques sans eau ont tout à fait leur place dans la conception hors-gel d'un refuge de montagne puisqu'elles assurent un fonctionnement efficace quelles que soient les conditions de température et de gel. Le point sensible de ce type d'installation est souvent un coût élevé

dû à la technicité du dispositif mais aussi aux conditions d'acheminement et de travail en site isolé de montagne (hélicoptage, temps de déplacement, etc).

4. Mise hors-gel manuelle et fixe : le refuge de la Dent Parrachée

Ce refuge de la FFCAM, d'une capacité de 40 places, à 2511 mètres d'altitude se situe dans le Parc National de la Vanoise, au nord d'Aussois. Il est gardé depuis plus de vingt ans par Franck Buisson que nous avons rencontré en mai à l'occasion du colloque européen sur les refuges de montagne.

Il est gardé sur deux périodes : de début mars à mi-mai et de début juin à fin septembre.

Le refuge, un chalet Chaloin, n'est pas conçu au départ pour une ouverture printanière. L'approvisionnement en eau se fait par le captage d'une source à environ 600 mètres en amont du refuge avec un tuyau extérieur amovible, posé à même le sol.

Il y a quelques années, Franck a entrepris des travaux dans le but de réaliser un système hors-gel d'approvisionnement en eau afin de faciliter le fonctionnement du refuge notamment en saison printanière.

Il a conçu son système d'alimentation de la façon suivante :

- une étude préalable du débit de la source par une prise de mesure tous les 15 jours pendant une année afin de connaître le module (débit annuel moyen) et le débit d'étiage,
- un tuyau PEHD de diamètre extérieur de 63 mm (50 en diamètre intérieur). Le PEHD résiste mieux au froid et au vieillissement que le PVC,
- l'absence de point mort permise par une pente constante du captage au refuge,
- l'enterrement des tuyaux à 30 cm sur toute la longueur du parcours, réalisé à la main sur plusieurs saisons (coût financier faible mais coût humain élevé !),
- un bi-passe à l'entrée du refuge qui assure un écoulement continu de l'eau (lorsque l'eau ne coule pas dans le refuge, elle coule à l'extérieur) luttant contre sa stagnation et contribuant ainsi à diminuer fortement les risques de gel,
- la présence d'un tuyau secondaire d'un diamètre de 35 mm qui sert en été et au cas où le plus gros tuyau subirait des problèmes de gel, équipé aussi d'un bi-passe,
- la construction d'une colonne au niveau du captage de 3 - 4 m de haut qui permet d'avoir accès à la source toute l'année, même en saison enneigée et donc de pouvoir intervenir en cas de problème,
- un débit de captage inférieur au débit d'étiage,
- une cuve de 1000 L de réserve qui permet de conserver une autonomie de quelques jours en cas de gel, de pénurie d'eau ou tout autre problème lié à la source,
- un stockage de 2000 L d'eau potable montés au refuge en octobre au cas où il y ait des soucis avec la source en saison printanière.

Le bilan de Franck Buisson concernant son installation hors-gel est très positif puisque depuis la réalisation de ces travaux il y a quelques années, il n'a rencontré jusqu'à ce jour aucun problème de gel bien que ses canalisations ne soient que très peu enterrées (30 cm contre souvent plus d'un mètre dans un certain nombre d'études hydrogéologiques).

Concernant le traitement des effluents sanitaires, un tuyau amène de l'eau en continu dans les toilettes entraînant les eaux vannes dans la fosse toutes eaux située en contrebas qui

seront ensuite traitées par épandage des boues.

Le travail de Franck Buisson au refuge de la Dent Parrachée nous donne de précieux indices sur les grands principes d'une installation hors-gel que nous reprendrons dans notre troisième partie.

5. Installation enterrée et pico centrale : le refuge du Chardonnet

Ce refuge communal de 39 places se situe à 2220 mètres d'altitude dans la vallée de la Clarée au dessus de Névache. Il est gardé depuis 10 ans par Nicolas Purson en hiver, printemps et été : entre Noël et le nouvel an, de début février à fin avril puis de juin à septembre. Nicolas a eu la sympathie de m'accueillir en aide-gardienne stagiaire au Chardonnet pendant deux semaines durant la saison hivernale 2008.

Le refuge s'approvisionne en eau courante en toute saison grâce à l'enterrement à 1 mètre de toutes les canalisations hydrauliques, adduction et assainissement compris. Le système est aussi équipé d'un écoulement continu pour éviter la stagnation de l'eau dans la tuyauterie : dans le sous-sol du refuge, l'eau circule de façon permanente dans la pico centrale hydroélectrique. Jusqu'à présent, le gardien n'a pas rencontré de problème de gel. Ce système est vraiment performant car, en plus de l'enterrement des canalisations, il assure la lutte contre la stagnation et le gel de l'eau tout en fournissant de l'énergie électrique via la pico centrale.

6. Construction hors-gel et tuyau multi-couches : le refuge de Sarenne

Ce refuge privé d'une vingtaine de places se situe en Oisans, à 2000 mètres d'altitude, au col de Sarenne. Il est gardé toute l'année par Fabrice André qui a lui-même construit ce bâtiment bioclimatique de 2000 à 2003. Fabrice m'a accueillie en stage durant les vacances scolaires de Noël 2007 - Nouvel An 2008.

Le refuge s'approvisionne en eau grâce au captage d'une source située en amont à 1,7 Km. L'installation est fixe et identique toute l'année.

L'ensemble du réseau de captage et de distribution d'eau est enterré à 1,20 mètres. L'excavation a été réalisée de façon mécanique, en même temps que les travaux de construction du refuge. L'installation hors-gel a été prévue dès la conception du refuge et a donc été intégrée au projet plus global de construction. Ainsi, les coûts financiers sont plus intéressants car les outils mécaniques et les techniciens sont déjà présents sur le site.

De plus, il y a un système d'écoulement continu de l'eau via une chasse d'eau par laquelle coule en permanence un filet d'eau.

Enfin, une particularité de l'installation est l'utilisation d'une double gaine pour créer un tuyau d'adduction « multi-couches » qui vise à limiter encore les risques de gel : un tuyau PEHD de 32 mm de diamètre est glissé dans un tuyau de génoène de 70 mm de diamètre. La différence de diamètre permet de laisser une couche d'air dont le but est d'isoler le tuyau intérieur et de permettre éventuellement d'envoyer de l'air chaud à l'intérieur du génoène

en cas de gel. L'air chaud étant plus léger que l'air froid, celui-ci remontera le long du tuyau PEHD en le réchauffant.

Une astuce serait de rajouter une quatrième couche : une gaine isolante autour du tuyau PEHD, comme les gaines calorifuges que l'on place autour des tuyaux d'eau chaude afin de diminuer les pertes de chaleur (Exemple de gaine : fabricant pumplastique sur pumplastique.com).

Ces systèmes de lutte contre le gel au refuge de Sarenne et dans les cinq autres refuges étudiés nous semblent intéressants et nous nous proposons à présent d'en faire une synthèse dans notre troisième partie.

III. Les principes du concept hors-gel

Nous nous proposons à présent d'effectuer une synthèse concernant le « concept » hors-gel. S'il nous est impossible de parler d'« une » installation hors-gel idéale, unique, miracle ou fonctionnant partout du fait des contraintes et solutions multiples et variées en fonction des contextes, notre approche conceptuelle couplée à nos différents terrains d'études mettent en exergue un certain nombre de principes qui nous semblent communs, pertinents et potentiellement applicables dans de nombreux cas. Nous espérons que ces principes pourront constituer une base de travail et de réflexion sur les travaux à entreprendre pour mettre hors-gel la circulation de l'eau dans un refuge.

Principe d'absence de point mort dans le circuit d'eau :	
Objectifs	Ne pas donner la possibilité à l'eau de stagner dans le réseau et de geler, même après la vidange.
Moyens	<ul style="list-style-type: none">- Réseau à circulation gravitaire entrée / sortie grâce à un dénivelé négatif sur la totalité du parcours,- Ajout de vannes de vidange aux points clés lorsque cela est nécessaire.
Coûts	Petit matériel de plomberie pour les vannes et la réparation d'un tuyau.
Remarques	
Références	Etang d'Araing, Dent Parrachée, Sarenne

Principe d'écoulement permanent de l'eau :	
Objectifs	Lutter contre la stagnation d'eau afin de limiter les risques de gel.
Moyens	<ul style="list-style-type: none">- un bi-passe à l'entrée du réseau dans le refuge pour dévier l'eau et la laisser couler même lorsque le refuge n'est pas gardé et le réseau intérieur vidangé,- une chasse d'eau ou un robinet avec un léger filet d'eau en continu pour que l'eau s'écoule même (et surtout la nuit) lorsque personne n'en utilise,- l'écoulement continu via la pico ou micro centrale en cas de turbinage sur l'adduction d'eau (potable) du refuge.
Coûts	<ul style="list-style-type: none">- Peu élevé pour le bi-passe et la chasse d'eau,- Aucun coût supplémentaire lorsque le refuge dispose d'une micro centrale située sur son adduction d'eau.
Remarques	Rappel réglementaire : la conception des installations de captage et de distribution de l'eau doit assurer en tout point la circulation de l'eau.
Références	Sarenne, Dent Parrachée, Chardonnet, Code de la Santé Publique.

Principe d'accessibilité du réseau :	
Objectifs	Pouvoir intervenir en cas de problèmes.
Moyens	- un accès au captage en toute saison grâce à une colonne ou tour d'accès suffisamment haute en conditions enneigées et suffisamment large pour descendre à l'intérieur, - des regards réguliers pour l'entretien des canalisations.
Coûts	- la colonne peut être fabriquée artisanalement avec des planches de bois bien fixées : coût financier peu élevé, coût temporel notable. - les regards sont à faire en même temps que l'excavation pour la pose des canalisations.
Remarques	Rappel réglementaire : le captage, soumis à autorisation préfectorale, doit être préservé de toute présence humaine et animale grâce à un périmètre de protection, par exemple une clôture électrique fonctionnant sur panneau solaire et petite batterie.
Références	Dent Parrachée, Sarenne. Guide de l'ARPE, Guide Alcotra sur l'alimentation en eau, Code de la Santé Publique.

Principe du tuyau secondaire ou double canalisation :	
Objectifs	Avoir une voie de secours en cas de gel ou autre obstruction.
Moyens	Le tuyau secondaire doit être monté en parallèle, avec si possible les mêmes exigences de qualité que le tuyau principal. Il doit être intégralement vidangé lorsqu'il n'est pas utilisé.
Coûts	Si le tuyau secondaire est posé en même temps que le principal, le coût supplémentaire correspond « seulement » au coût des matières premières.
Remarques	
Références	Dent Parrachée, Sarenne.

Principe d'enterrement des canalisations :	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les risques de gel en positionnant les canalisations dans une partie du sol qui ne gèle pas (ou moins que la surface), - Éviter les détériorations dues aux intempéries, aux chutes de pierres, aux avalanches, au rayonnement solaire, au piétinement, etc.
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> - Excavation manuelle ou mécanique, - La profondeur d'enterrement est très variable suivant la nature et la qualité des sols, l'exposition des pentes, l'enneigement, le climat, etc.
Coûts	<p>Les coûts diffèrent d'un refuge à l'autre et dépendent des moyens utilisés. Il semble intéressant d'intégrer la problématique hors-gel dans les projets plus globaux de réfection, réhabilitation, (re-)construction des refuges dans une optique de meilleur rendement des coûts financiers liés aux travaux.</p>
Remarques	<p>Nous n'avons pas trouvé de règle unique concernant la profondeur d'enterrement des canalisations, c'est-à-dire la profondeur hors-gel du sol. Nos terrains d'étude nous ont montré différents cas de figure qui fonctionnent et confirment l'absence de règle unique. Par ailleurs, le Guide technique sur l'<u>Alimentation en eau en site isolé d'altitude</u> donne les conseils suivant : « Il apparaît préférable d'enterrer le tuyau à faible profondeur (20 cm) (...) pour permettre un réchauffement printanier précoce de la conduite. (...) Plus le tuyau est disposé en profondeur, plus il met de temps à dégeler. (...) L'utilisation hivernale d'un antigel alimentaire s'avère efficace pour la protection de la canalisation contre le gel. »</p> <p>Rappelons que le but principal de l'enterrement des canalisations est que ces dernières ne gèlent pas.</p> <p>Le manteau neigeux, très bon isolant, est aussi susceptible de diminuer fortement les risques de gel dans le sol. C'est un paramètre à prendre en compte pour choisir la profondeur d'enterrement des canalisations.</p> <p>Une étude et expérimentation préalables paraissent par conséquent indispensables.</p>
Références	<p>Palet, Chardonnet, Dent Parrachée, Sarenne, Guide Alcotra sur l'alimentation en eau.</p>

Principe de la vidange intégrale :	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - Vider intégralement les réseaux de circulation d'eau et d'effluents pour qu'il n'y ait aucun risque de gel dans les canalisations en période de fermeture du refuge. - Permettre aussi des travaux d'entretien ou de réparation en cas de besoin.
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> - Vanne bi-passe à l'entrée du refuge pour sélectionner l'écoulement permanent par tuyau extérieur ou mise en eau et approvisionnement du refuge. - Vannes de vidange aux points stratégiques, souvent les points les plus bas des circuits à l'intérieur du bâtiment.
Coûts	Coût financier raisonnable : matériel et équipement de plomberie.
Remarques	<p>« VIDANGE » semble être un mot-clé dans la vie de gardien de refuge, que ce soit concernant l'eau, les fosses sceptiques ou toutes eaux, les moteurs des groupes électrogènes, etc, lors des fermetures et ouvertures du refuge. A faire donc avec grand soin !</p> <p>Rappel réglementaire : « les installations de captage et de distribution d'eau doivent pouvoir être entièrement nettoyées, rincées, vidangées et désinfectées ».</p>
Références	Chardonnet, Dent Parrachée, Etang d'Araing, Code de la Santé Publique.

Principe de précaution, stock d'eau potable en cas de problème (gel ou autre) :	
Objectifs	Poursuivre notre activité professionnelle même en cas de problème de gel en étant capable de fournir aux clients de l'eau potable et de préparer les repas (avec de l'eau potable).
Moyens	Stock d'eau minérale en bouteille et en gros bidons à constituer en fin de saison estivale ou au début de saison printanière.
Coûts	Coût d'achat de l'eau mais surtout coût du transport (1 L d'eau = 1 kg donc ça coûte cher en héliportage...) et aussi « coût spatial » du stockage : cela peut représenter une gêne pour les refuges qui ont peu de réserves et peu d'espace.
Remarques	Le stock d'eau potable en bouteille semble assez incontournable en refuge. Ce qui change suivant les contextes, c'est le dimensionnement du stock.
Références	Tous les refuges étudiés et particulièrement le Châtelleret et la Dent Parrachée.

Principe de la cuve de réserve d'eau :	
Objectifs	- Pallier à un soucis d'approvisionnement d'eau lié au gel (ou autre), - Conserver une pression constante de l'eau aux robinets.
Moyens	- Une ou plusieurs cuves ou citernes destinées au stockage de l'eau (avec sigle alimentaire) équipée(s) de vidange basse afin de permettre la vidange intégrale pour les périodes de fermeture, - Emplacement intérieur des réservoirs pour lutter contre la problématique du gel, ou contre un mur orienté plein sud, ou cuve enterrée (coût élevé pour un intérêt faible).
Coûts	Coût financier : quelques centaines d'euros avec le raccordement au réseau du refuge.
Remarques	- Ces cuves de réserve n'excluent pas le stock d'eau potable mais viennent en complément. - Rappels réglementaires ; tous les matériaux en contact avec l'eau doivent répondre aux Normes Françaises. De plus, les réservoirs doivent être « nettoyés, rincés, vidangés et désinfectés au moins une fois par an ».
Références	Châtelleret, Dent Parrachée. Code de la Santé Publique.

Principe du tuyau multi-couches ou triple gaines :	
Objectifs	Assurer la meilleure isolation possible.
Moyens	Constituer un tuyau 4 couches : le tuyau intérieur en PEHD entouré (sans espace) d'une gaine calorifuge glissé dans un géolène (conduite isolante et cannelée) de diamètre bien supérieur permettant de laisser une couche d'air entre le tuyau gainé et le géolène. Les 4 couches sont donc les suivantes : PEHD, gaine calorifuge, air, géolène.
Coûts	Coûts des matériaux qui sont supérieurs à l'achat de tuyau PEHD.
Remarques	Attention aux raccords ! Le guide Alcotra sur l'alimentation en eau constate (page 31) que les raccords laiton sont des points sensibles au froid et donc au gel de l'eau et préconise par conséquent des raccords électrosoudés.
Références	Sarenne, Guide technique <u>Alimentation en eau en site isolé d'altitude</u> .

Principe de l'assainissement hors-gel :	
Objectifs	Permettre le traitement des effluents du refuge en toute saison afin de limiter au maximum la pollution des bassins versants, sources et torrents en aval.
Moyens	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en eau courante des toilettes du refuge en toute saison, qu'elles soient en intérieur ou en extérieur, - Lorsque la mise en eau courante est impossible, des techniques d'assainissement sans eau permettent de traiter les déjections fécales : fosse étanche, toilettes sèches à sciure, toilettes à recirculation ou chimiques, toilettes à séparation (cf. <u>Assainissement en site isolé d'altitude</u>, chapitre 5.2).
Coûts	Du tuyau PEHD qui approvisionne par gravité les toilettes du refuge de la Dent Parrachée aux toilettes à séparation type Ecosphère Technologies, les prix s'étalent de quelques centaines d'euros à plusieurs dizaines de milliers d'euros. L'assainissement sans eau est une solution vraiment intéressante mais représente un très gros investissement financier.
Remarques	<ul style="list-style-type: none"> - Le Guide Alcotra sur l'alimentation en eau précise (page 36) que « l'alimentation hivernale et de début de printemps n'est réalisée par de l'eau courante que dans 33 % des refuges ». - Les techniques d'assainissement sans eau demandent parfois de transporter en vallée dans des lieux de traitement adaptés les déchets séchés des toilettes (temps et manutention à organiser).
Références	Châtelleret, Dent Parrachée, Chardonnet, Sarenne, Guides Alcotra sur l'assainissement et sur l'alimentation en eau.

Ces principes nous donnent des pistes pour envisager l'optimisation de la lutte contre le gel et faciliter ainsi l'approvisionnement en eau d'un refuge.

Ils seront plus aisément applicables pour les refuges possédant des sources fixes (68 % des refuges référencés selon le guide Alcotra sur l'alimentation en eau) que pour ceux devant fréquemment repositionner leurs prises d'eau. Ils semblent aussi plus adaptés aux refuges de moyenne montagne qui se situent le plus souvent dans des formations meubles, poreuses et perméables plutôt qu'aux refuges situés en haute montagne sur des sites constitués de formations rocheuses et disloquées. 22 % des refuges de haute altitude ont pour unique source d'eau des névés et glaciers. Les problématiques d'approvisionnement en eau sont alors potentiellement plus complexes.

Les solutions mises en place par les gardiens de refuge pour lutter contre le gel et fonctionner en toutes conditions sont multiples et variées, à l'image de la diversité des refuges et des personnes.

Le guide sur l'Alimentation en eau en site isolé d'altitude rappelle (page 20) que « chaque captage est un cas particulier en fonction des conditions géologiques et topographiques locales ». De même, chaque réseau d'adduction et de distribution d'eau est particulier et par conséquent chaque système de lutte contre le gel.

Allant de ce principe, nous serions tentés de dire qu'aucune transversalité n'est possible et qu'à un refuge correspond une installation hors-gel bien spécifique. Dans une certaine mesure, c'est tout à fait exact mais toutefois, notre travail a mis en avant des principes communs aux 6 refuges étudiés. C'est pourquoi nous ne parlerons pas d'installation hors-gel en tant que telle mais bel et bien de concept hors-gel qui se compose de plusieurs principes que nous avons mis en exergue dans notre deuxième partie et résumés dans notre troisième partie.

Il appartient alors à chacun de décliner ces principes en fonction du contexte local mais aussi de ses contraintes financières, et surtout en fonction de ses objectifs, intérêts et priorités.

Notre point de départ était d'étudier la problématique du gel pour approvisionner un refuge en eau en toute saison mais nous constatons que cette problématique pose des questions plus globales et touche à des enjeux qui dépassent la simple approche technique : des enjeux de gestion environnementale, de gestion financière, de choix d'ouverture et de fonctionnement qui nous amènent forcément à nous positionner sur notre propre conception du refuge. Quelles en sont nos attentes, quelles en sont les attentes des usagers, des propriétaires, des gestionnaires, etc ?

Pour nous, le refuge est avant tout un lieu d'accueil, qui constitue un véritable relais entre l'utilisateur et la montagne.

Quelque soit la facette de l'utilisateur, il doit pouvoir trouver en refuge ce qu'il vient y chercher et plus encore : la découverte du milieu montagnard, une étape dans un tour ou traversée, un point d'appui pour un sommet ou une course, ou un simple éloignement des bruits de la ville... L'eau courante en toute saison n'est qu'un petit maillon de la chaîne qui permet de relier les gens à la montagne, de la leur faire aimer pour mieux la respecter et la visiter.

ANNEXES

« Loi Montagne »

Loi n°85-30 du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne
Titre I : Dispositions générales / Chapitre I : Délimitation de la zone de montagne et des massifs.

Les zones de montagne se caractérisent par des handicaps significatifs entraînant des conditions de vie plus difficiles et restreignant l'exercice de certaines activités économiques. Elles comprennent, en métropole, les communes ou parties de communes caractérisées par une limitation considérable des possibilités d'utilisation des terres et un accroissement important des coûts des travaux dus :

1° Soit à l'existence, en raison de l'altitude, de conditions climatiques très difficiles se traduisant par une période de végétation sensiblement raccourcie ;

2° Soit à la présence, à une altitude moindre, dans la majeure partie du territoire, de fortes pentes telles que la mécanisation ne soit pas possible ou nécessite l'utilisation d'un matériel particulier très onéreux ;

3° Soit à la combinaison de ces deux facteurs lorsque l'importance du handicap, résultant de chacun d'eux pris séparément, est moins accentuée ; dans ce cas, le handicap résultant de cette combinaison doit être équivalent à celui qui découle des situations visées aux 1° et 2° ci-dessus.

Chaque zone de montagne est délimitée par arrêté interministériel et rattachée par décret à l'un des massifs visés à l'article 5.

« Décret Refuges »

Créé par Décret du 23 mars 2007.

- Un refuge est un établissement d'hébergement recevant du public gardé ou non, situé en altitude dans un site isolé.

Son isolement est caractérisé par l'absence d'accès tant par voie carrossable que par remontée mécanique de type téléporté ouvertes au public et par l'inaccessibilité pendant au moins une partie de l'année aux véhicules et engins de secours.

Le refuge est situé en zone de montagne, au sens du chapitre Ier du titre Ier de la loi n° 85-30 du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne.

- Le refuge offre un hébergement à caractère collectif à des personnes de passage. La capacité d'hébergement d'un refuge est limitée à 150 personnes. Les mineurs peuvent y être hébergés.

En complément des équipements nécessaires à l'hébergement, le refuge peut disposer des aménagements permettant de dispenser un service de restauration.

- Au titre de sa fonction d'intérêt général d'abri, le refuge dispose en permanence, à l'intérieur, d'un espace ouvert au public.

Lorsque le refuge est gardé, cet espace comprend au moins une salle permettant de consommer ses propres provisions.

Lorsque le refuge n'est pas gardé, cet espace offre également un hébergement sommaire.

Code de la Santé Publique :

Modifié par la Loi du 9 août 2004.

Toute personne qui offre au public de l'eau en vue de l'alimentation humaine, à titre onéreux ou à titre gratuit et sous quelque forme que ce soit, y compris la glace alimentaire, est tenue de s'assurer que cette eau est propre à la consommation.

L'utilisation d'eau impropre à la consommation pour la préparation et la conservation de toutes denrées et marchandises destinées à l'alimentation humaine est interdite.

RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agence Régionale Pour l'Environnement (ARPE) Midi-Pyrénées, Guide de gestion environnementale des refuges gardés dans les Pyrénées, 2007.

Fédération Française des Clubs Alpins et de Montagne (FFCAM), Charte de la Montagne pour un développement respectueux de l'environnement, 1994.

FISCHESSER Bernard, La Vie de la Montagne, 1998.

Les 3 guides techniques rédigés sous la direction de Gérard NICOUUD dans le cadre du Programme Interreg III ALCOTRA - Projet Refuges N° 192, 2008 :

- Alimentation en eau en site isolé d'altitude
- Assainissement en site isolé d'altitude
- Énergie en site isolé d'altitude.

Parc National de la Vanoise, Gestion environnementale des refuges situés sur le territoire de parc national de la Vanoise : guide d'application et de recommandation, 2009.

RESSOURCES HUMAINES et REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont accepté de consacrer du temps à mes questions, qui m'ont accueillie dans leurs refuges avec beaucoup de sympathie et qui m'ont fait partager leurs expériences :

Nicolas PURSON, Fabrice ANDRE, Brigitte MOREAU, Anoura BARRE, Anne-Laure LOMBARD, Franck BUISSON, gardiens et gardiennes de refuge ; Dominique GIARD et Franck DORNE du Parc National de la Vanoise.

Je remercie également l'équipe du CETIA pour son accueil, son travail et son indulgence.

MERCI !