

Introduction

A. VISITE D'UNE GLACIÈRE	4
I. Motivation	4
Etre curieux et soucieux de son environnement spatio-temporel;	
La visite d'une glacière pour susciter un questionnement	4
II. Déroulement de la visite	5
Objectifs	5
Méthodologie	5
B. EXPÉRIENCES EN CLASSE	8
I. Motivation	8
Vivre la démarche scientifique comme un moyen de résoudre	
de réelles questions	8
Percevoir avant de concevoir	8
II. Déroulement des phases de perception et d'expérimentation	9
Objectifs	9
Méthodologie	9
1. Manipulation, Expression	9
2. Expériences « pour voir »	9
a) Idées de départ	9
Dépasser les conceptions obstacles	10
Préconceptions, a priori et autres croyances ... qu'en faire ?	10
b) Mise en œuvre	11
• Introduire les moyens de mesurer le temps	11
• Ecrire un référent	11
• Introduire la notion d'expérience témoin	11
c) Présentation du matériel	12
Respect du temps de manipulation libre	12
d) Action !	13
<i>Comme la poule ...</i>	14
e) Communication	15
Garder des traces en vue de structurer	15
Respect des niveaux de formulation	15

3. Expériences « pour vérifier » , pour tester les différents facteurs	16
a) Idées de départ	16
b) Action !	17
Etablir le protocole expérimental	17
Réaliser les expériences; (lumière, taille, mouvement d'air, matière « autour » , chaleur)	17
c) Communication; les conclusions	19
<i>Communiquer</i>	19
4. En synthèse, au cahier de sciences	19
C. PROLONGEMENTS	22
• Visites et rencontres	22
I. Motivation	22
Rencontrer des experts pouvant témoigner de l'actualisation de la technologie	22
II. Déroulement des visites	23
Objectifs	23
Méthodologie	23
Questions aux experts	23
• Les Applications créatives	24
I. Motivation	24
Agir concrètement en fonction des compétences acquises et pouvoir communiquer sa pratique	24
II. Déroulement des activités	25
Objectifs	25
Méthodologie	25
Action !	26
• Réaliser une glacière	26
• Imaginer la « maison fraîche des temps chauds »	27
• Et nous, dans notre maison, dès les premières chaleurs, que ferons-nous ?	27
• Suggestions	28
D. POUR EN SAVOIR PLUS	30
I. Quelques rappels théoriques nécessaires à propos des changements d'états de la matière	30
II. Description et utilisation de la glacière à glace naturelle	34

Un site mystérieux et interdit d'accès qui jouxte la cour de récréation de l'école de Vierset Barse, la découverte, à Tilff, du Château de Sainval et de sa glacière, la motivation des équipes éducatives... Hypothèse saisit les opportunités et crée la dynamique d'un projet original: découvrir les ingénieuses glacières à glace naturelle du siècle passé.

Ces glacières sont nombreuses en Wallonie; construites pour un château ou dans les villes, elles permettaient de conserver jusqu'à l'été la glace récoltée en hiver. La glace était prélevée dans des régions où la nappe phréatique affleure ou dans les prés inondables proches des cours d'eau. Découpés à l'aide d'énormes scies, les blocs étaient ensuite acheminés et conservés dans ces constructions à l'architecture très spécifique. Cette réserve de glace servait à conserver les aliments dans les chambres froides des cuisines. Cette technologie ancestrale oubliée nous a semblé intéressante à plus d'un titre pour initier une réflexion historique et scientifique chez l'enfant.

Ce lieu suscite chez l'enfant autant de projections fantasques que d'hypothèses contradictoires.

un thermos qui tient froid ? de la glace dans la terre ? un trou plein de crème glacée ? un frigo sans électricité ? conserver de la glace en hiver ?

La préoccupation à l'égard des pré-conceptions et de la curiosité des enfants a motivé l'initiation de ce projet riche d'apprentissages. C'était aussi l'occasion de mettre le lieu en évidence auprès de la population locale intéressée par la sauvegarde du patrimoine

Outre l'expérimentation du phénomène physique de la transformation de l'eau et l'observation d'une technologie ingénieuse du passé, ce thème permet la conscientisation citoyenne de futurs adultes quant à leur environnement ainsi qu'une approche motivante des « métiers du froid » aujourd'hui.

Concrétiser ce potentiel avec les moyens d'une pédagogie active centrée sur le vécu des membres du groupe classe a réellement motivé les différents partenaires du projet.



I. MOTIVATION

Être curieux et soucieux de son environnement spatio-temporel; la visite d'une glacière pour susciter un questionnement.

Pour les enfants, les recherches concernant le **patrimoine local** constituent un moyen privilégié de rencontrer des modes de vie différents. Cette réflexion autour de pratiques ancestrales permet de poser un autre regard sur le passé en révélant la capacité technologique et l'ingéniosité de nos prédécesseurs.



L'observation des lieux nous révèle les choix dans la conception de l'édifice; profondeur, matériaux, forme de l'édifice, orientation et forme du couloir d'accès ainsi que les aménagements environnants comme les plantations. .

Les glacières désaffectées sont occupées par plusieurs espèces de Chiroptères (Chauve-souris). Une découverte avec l'aide d'une personne compétente, permettra de sensibiliser les enfants et les adultes à la problématique de la protection du patrimoine biologique



II. DÉROULEMENT DE LA VISITE

OBJECTIFS :

PENDANT :

- explorer et observer un site familier et néanmoins méconnu
- formuler des questions, des hypothèses
- relever dans le réel les éléments significatifs dans la compréhension d'un phénomène (la conservation de la glace), en garder des traces (schémas, textes, photos)

APRÈS :

- rencontrer une personne ressource passionnée par les glaciers
- consulter et lire des documents d'archives (photos), des plans et des articles de fond sur le sujet
- rechercher des témoignage transmis oralement
- rechercher des outils utilisés jadis pour la découpe de la glace

MÉTHODOLOGIE

Les enfants forment 2 groupes; ils observent chacun à leur tour l'intérieur et l'extérieur du site.

A L'INTÉRIEUR, OBSERVEZ BIEN !

1. les matériaux
2. la forme
3. les éléments présents dans le lieu : la porte, le couloir, les sas d'entrée
4. y a-t-il de la végétation, de la terre, des animaux ?
5. fait-il chaud, froid ?
6. sentez-vous une odeur spéciale ?

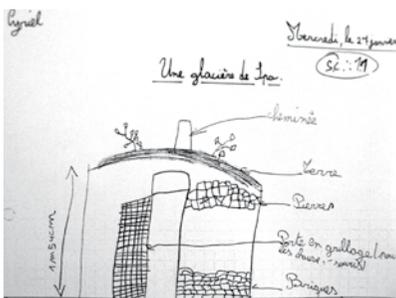
Quels éléments de la glacière voulez-vous photographier, pourquoi ?

A L'EXTÉRIEUR, OBSERVEZ BIEN !

1. la proximité du château et de la rivière
2. les plantes et ou les arbres aux alentours

Quels éléments de la glacière voulez-vous photographier, pourquoi ?

En fonction des possibilités des enfants, on peut leur demander une représentation schématique de la glacière. Réalisation collective ou individuelle.



Les questions et hypothèses sont générées à partir de cette observation, de la lecture des plans de construction et de comptes-rendus des procédés de conservation.

Exemple : Nous observons un angle dans le couloir d'accès. Ce détail permet de limiter les courants d'air. Pourquoi les ouvriers ne pouvaient-ils entrer qu'une seule fois par jour dans la glacière ? Un courant d'air, même froid, favorise-t-il la fonte ?

Partons visiter la glacière de Linnal

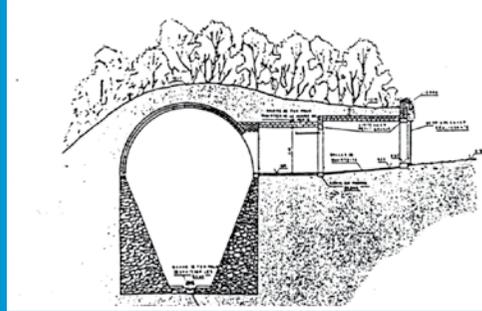
Le 13 octobre 2004, les élèves de 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème} années de l'école communal de Tiff ont visité la glacière de Linnal. Elle fut construite en 1845.
La glacière est un grand trou formé, de 10 mètres de profondeur et recouvert de terre.

Elle a été construite en briques. La porte de la glacière se trouve au nord, car c'est au nord qu'il fait le plus froid. La population du début du siècle utilisait la glacière pour conserver la glace récoltée en hiver, les blocs de glace provenaient du car d'eau le plus proche. Les habitants sciaient la couche de glace lorsque l'été gelait. Ensuite, ils apportaient la glace sur des chariots tirés par des chevaux à la glacière de Linnal. Le gardien descendait la glace dans la glacière à l'aide d'une échelle et d'une corde. Lorsque l'été arrivait la population pouvait ainsi aller chercher de la glace pour conserver leurs aliments! La glacière et donc l'ancêtre du frigo!

Sehequenne Kristelle
3^{ème} A de l'école
communal de Tiff (2004)

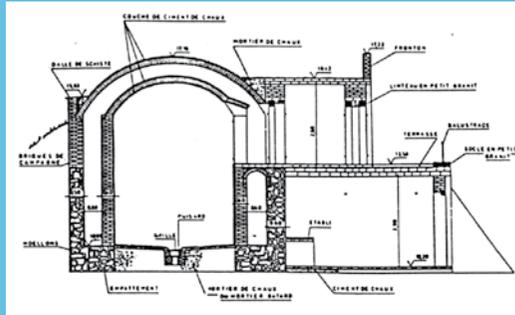
GLACIÈRE ORDINAIRE -

L'accès doit être situé au nord et obligatoirement muni de plusieurs portes successives afin de limiter la pénétration d'air plus chaud. La cuve toujours souterraine est en forme de tronc de cône renversé. Au centre un puisard permet l'évacuation des eaux de fonte. La voûte en forme de dôme a été recouverte des terres de déblais.



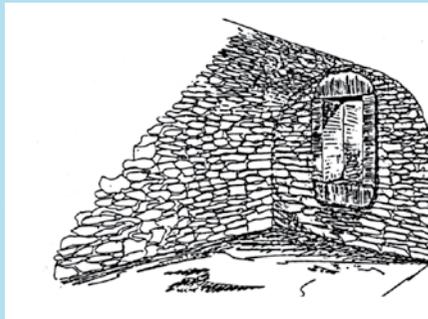
GLACIÈRE ANGLAISE - (à Pitet)

Implantée en terrain humide, sa double enveloppe empêche toute infiltration d'eau.



GLACIÈRE RECTANGULAIRE - (à Goé)

Cette forme, moins répandue, regroupe 20% des cas rencontrés et se présente sous la forme d'une cuve rectangulaire sous voûte en berceau.



I. MOTIVATION

Vivre la démarche scientifique comme un moyen de résoudre de réelles questions.

En classe, faire fondre et conserver des glaçons: tous les moyens sont bons !

La conception et la mise en œuvre de ces glacières reposent sur de nombreux **principes physiques** à faire découvrir (changement d'état de la matière, facteurs influençant le changement d'état, notion d'isolation thermique, propriétés des états de la matière....).

Concrètement, une phase de jeux psychomoteurs ou sensoriels est souvent le point de départ de nos activités.

Ressentir sur soi, en soi un concept physique avant de le mettre en jeu dans des objets autres que soi est une étape importante.

L'apprentissage des notions physiques se fait selon une **approche expérimentale** adaptée aux enfants.

Il s'agit d'abord de permettre à l'enfant d'expérimenter « **pour voir** », en utilisant le matériel varié mis à sa disposition.

L'animateur aide alors les enfants à formuler l'hypothèse sous-jacente à chaque expérimentation proposée spontanément ce qui lui permet de percevoir le système explicatif de chacun.

A cette occasion, certaines conceptions obstacles à l'apprentissage peuvent être décelées et la démarche adaptée en conséquence.

Viennent alors les expériences « **pour prouver** » au cours desquelles l'enfant approche de manière plus systématique et rigoureuse les différents facteurs physiques envisagés.

Les enfants ressentent, imaginent, émettent des hypothèses, se confrontent à leurs représentations établissent des protocoles simples, etc.



Percevoir avant de concevoir.

Après ce stade, l'enfant doit pouvoir agir sur les objets en veillant à ce que son action propre soit la cause des modifications engendrées. Qu'il ne soit pas uniquement le spectateur d'effets produits mais l'être agissant, la cause de la conséquence. (La plupart du temps, l'information scientifique scolaire privilégie la description des phénomènes voire sa modélisation abstraite, sans passer par des phases concrètes d'appropriation).

II. DÉROULEMENT DES PHASES DE PERCEPTION ET D'EXPÉRIMENTATION

OBJECTIFS :

- Développer une créativité scientifique (imaginer, trouver des idées - raisonner par analogie - faire appel au vécu)
- Exprimer ses représentations
- Choisir une action et la mettre en œuvre jusqu'au bout
- Comprendre la nécessité de mesurer le temps
- Utiliser des moyens de mesure du temps
- Comprendre le besoin de comparer à une référence (introduction du témoin)
- Observer le résultat d'une action
- Communiquer une relation de cause à effet

MÉTHODOLOGIE

(prévoir une séance de 3h pour les étapes 1 et 2)

1. MANIPULATION DES GLAÇONS

Assis en rond, les yeux bandés ou placés « dos à dos », chaque enfant reçoit un glaçon dans les mains.

- **ressentez**, touchez, écoutez, approchez le glaçon de votre joue, ...
- passez votre glaçon à votre voisin
- remettez le glaçon dans la bassine au centre.

Expression et partage d'impressions
Assis en rond « yeux ouverts », chacun s'exprime, écoute l'autre

- spontanément, quels **mots** vous viennent à l'esprit ?
- quelles **images** vous venaient en tête lorsque vous teniez votre glaçon ?

2. EXPÉRIENCES « POUR VOIR »

a) Idées de départ

Constituer des couples de « déglaceurs » et de « glaceurs ». Par groupes de 4, les enfants échangent leurs idées et transcrivent sur papiers (1/2 A4 de 2 couleurs), schémas et/ou descriptions des moyens pensés pour que les glaçons fondent très vite et pour que les glaçons ne fondent pas.

A ce stade, toutes les idées sont acceptées et les protocoles sont affichés en deux colonnes.



Dépasser les conceptions obstacles.

Il s'agit de susciter l'émergence des conceptions enfantines sur le problème étudié, d'y déceler les obstacles à l'apprentissage du domaine choisi. Ensuite, dans la construction de la démarche, il faut veiller à prévoir des situations qui font rupture et qui dérangent pour obliger l'enfant à construire un nouveau modèle explicatif plus performant.

Nos approches s'élaborent selon un modèle constructiviste de l'apprentissage. Voir en annexe les préconceptions rencontrées en classe lors du travail avec les enfants

Préconceptions, a priori et autres croyances... qu'en faire?

1. CONCEPTION ANIMISTE

« on va mettre le glaçon dans une boîte pour qu'il n'ait pas assez d'air et comme ça il ne pourra plus respirer »

Pour dépasser l'obstacle, on précise la notion de vivant – non vivant .

2. PENSÉE DUALE

« Si je le mets dans l'eau froide, il ne fondra pas »

Pour l'enfant, c'est froid ou c'est chaud, il a des difficultés à envisager le phénomène de manière relative; l'eau est froide mais moins froide que le glaçon.

Pour dépasser l'obstacle, on établit un gradient de température et on vérifie que le temps de fonte dans les différents récipients d'eau est proportionnel à la température de l'eau.

3. CONCEPT PHYSIQUE PEU MAÎTRISÉ, « AMÉNAGÉ » D'APRÈS SON EXPÉRIENCE SENSORIELLE

« Je vais enrouler le glaçon dans la fourrure ou dans le pull en laine et il fondra »
L'enfant pense qu'un pull donne de la chaleur, il n'envisage pas l'aspect isolant des matières qui limitent les mouvements d'air et donc les échanges de chaleur (ici de l'air ambiant vers le glaçon)

Pour dépasser l'obstacle, l'expérience du glaçon emballé dans le pull toute la matinée parle d'elle-même puisqu'au déballage, il sera toujours là ! Ensuite un changement du système explicatif s'impose.

4. CONFUSION DÛE À UNE REPRÉSENTATION SYMBOLIQUE QUI PRIME SUR LA RÉALITÉ

« Si le glaçon est jaune comme le soleil, il fondra »

Pour dépasser l'obstacle, on réalise des glaçons colorés (avec du colorant alimentaire) et on compare le temps de fonte de chacun à température ambiante

b) Mise en œuvre

Au groupe : Comment pourra-t-on comparer les méthodes qui « marchent » le mieux ?

Il faut un moyen de mesure.

- **Introduire les moyens de mesure du temps.**

Par discussion : le sablier, la trotteuse de l'horloge qui fait un tour, dire « gla, gla, gla », l'aiguille des heures qui fait un tour = 12h., un jour, une semaine, un mois, une année, un siècle...

- **Ecrire un référent** sur affiche des unités de temps (chronomètre, sablier, minuterie).

Il faut un moyen de comparaison.

- **Introduire la notion d'expérience témoin.**

Par discussion : le glaçon déposé dans une soucoupe sur la table, auquel personne ne touche durant le déroulement de l'expérience.



Le jeune enfant ne ressent pas la nécessité de comparer à une référence autre que lui-même.

La discussion sur la nécessité d'introduire le glaçon témoin et l'exercice d'opération comparative qui suit, sont

des activités bien adaptées au début du primaire pour permettre à l'enfant de sortir du stade de la pensée égocentrique. Il s'agit là d'un des premiers objectifs à poursuivre dans l'acquisition d'une attitude scientifique.

c) Présentation du matériel

Les enfants découvrent librement ce qui est proposé et confrontent leurs projets d'expériences à ce que le matériel permet. L'observation libre du matériel suscite souvent de nouvelles idées.



Le matériel

Sachets de glaçons conservés dans un frigo box, récipients avec couvercle de tailles différentes, ciseaux, marteau, bougies et allumettes, cuillère à long manche, sèche-cheveux, ventilateur, bouilloire électrique, thermos, laine, fourrure, mousse, frigolite, journaux, enveloppe matelassée, cartons à œufs chronomètres, sabliers, essuies et torchons.



Respect du temps de manipulation libre.

Lorsque l'enfant découvre un nouveau matériel, il l'utilise, le test, se l'approprié en agissant. L'enfant a ses propres projets, parfois bien éloignés de celui de l'animateur.

Dans la conception de démarches nous estimons primordial ce temps de rencontre entre l'enfant et le matériel. La manipulation libre dynamise réellement la suite de l'animation car l'enfant ne pourra se motiver pour les situations qui lui sont proposées que s'il a « épuisé » ses propres projets. Ces moments sont importants pour l'ancrage des apprentissages car ils les rendent « utiles » aux yeux de l'enfant.

Le travail de l'animateur est de relancer la recherche, de favoriser l'expression des hypothèses, de lui faire exprimer à l'enfant l'anticipation d'un résultat et de l'aider à formuler des questions qui pourront être l'objet d'une investigation plus approfondie.



d) Action !

Constituer des groupes de 4 glaceurs ou 4 déglaceurs (chaque enfant reçoit une étiquette auto collante symbolique de son rôle)

Chaque groupe **décide des expériences** qu'il a envie de tester et établit la liste de matériel nécessaire. Par la suite, un responsable peut être

désigné par le groupe pour aller chercher ce dont il a besoin.

Chaque groupe **réalise 2 expériences** choisies. Il est important de continuer l'expérience jusqu'au bout même si en cours de route d'autres idées viennent.

Pour comparer les résultats, il faut utiliser le repère de temps et le glaçon témoin.



Le glaçon dans la boîte, puis dans l'autre boîte ... sur une matière isolante



haché menu



à la chaleur d'une bougie

En fonction de l'âge des enfants, on varie la formulation des constats.

Exemple : je mets mon glaçon dans une cuillère et je le tiens au dessus d'une bougie; résultat :

- *il a fondu plus vite que la glaçon sur la table (pour les petits)*

- *il a fondu après quatre tours de trotteuse (plus grands)*

- *il a fondu après 4 minutes (pour ceux qui savent utiliser les unités conventionnelles)*



Comme la poule...

Lorsqu'elle couve, la poule se positionne sur ses œufs, tout le monde sait cela!

Ici la connaissance de la nature a suscité très logiquement cette expérience assez peu confortable et plus longue que prévu.

Combien de temps «couvrir» le glaçon pour qu'il fonde?

C'est l'occasion d'expliquer que la poule, elle, arrache les plumes de son ventre afin d'établir un contact direct entre la chaleur de son corps et ses œufs. L'absence de duvet, isolant du froid mais aussi du chaud de par l'air qui circule entre les plumes, permet ainsi à la chaleur d'être communiquée de manière optimale.

Cette information n'a néanmoins pas suscité de nouvelle expérimentation !



e) Communication !

Chaque groupe **prépare la communication** de son expérience et représente les résultats obtenus.

Le moyen d'expression sera choisi en fonction du niveau des enfants. La réalisation de dessins ou de textes plus ou moins élaborés offrira l'opportunité d'activités dont l'approfondissement sera décidé par l'institutrice.

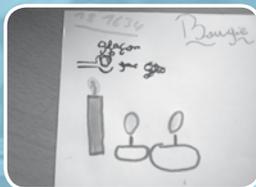
Face à la classe, après précision des règles de respect quant à l'écoute mutuelle, des porte parole font part des conclusions.



Garder des traces en vue de structurer.

En synthèse, les comptes rendu (schémas, textes) peuvent être classés sur deux affiches en les hiérarchisant; les expériences qui «marchent» bien pour faire fondre et celles qui marchent bien pour conserver le glaçon.

(Cette phase peut être réalisée par les instituteurs quelques jours après cette demi-journée d'animation).



Respect des niveaux de formulation

En sciences, plus qu'ailleurs, les élèves perçoivent et expriment la difficulté du niveau d'abstraction des discours utilisés (cause de décrochages et de désintérêt dans les disciplines scientifiques).

Dans notre travail avec l'enfant, nous voulons respecter la progression individuelle des niveaux de formulations.

Nous posons l'hypothèse que la représentation conceptuelle sera facilitée chez l'apprenant qui multiplie les expériences de formulations provisoires.

Le respect permet aussi à la confiance en soi de se développer.



3. LES EXPÉRIENCES « POUR VÉRIFIER », POUR TESTER LES DIFFÉRENTS FACTEURS

a) Idées de départ

L'animateur dégage avec les enfants les facteurs qui ont été utilisés dans les premières expérimentations.

Les feuilles reprenant les différentes expériences sont classées en fonction de l'élément qui intervient.

On désigne ainsi :

- la taille, la surface du glaçon
- la matière qui l'entoure (épaisseur et nature)
- la température externe
- le renouvellement du milieu externe

Ensemble, on émet clairement les hypothèses pour pouvoir passer à l'expérimentation « **pour prouver, pour vérifier** ».

Trouver avec les enfants l'expérience adaptée au facteur étudié, anticiper un résultat, comprendre la nécessité de comparer les résultats avec un témoin, de reproduire l'expérience : ces étapes sont autant de moments de réflexion riches pour l'enfant.

Tout au long de la séquence, des moments de structuration oraux (communication aux autres) et écrits (cahier individuel d'expériences) sont prévus.

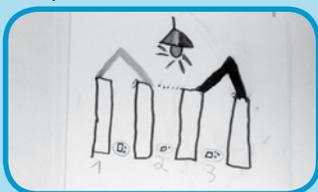
b) Action !

Constituer des groupes de « chercheurs » et choisir pour chacun un facteur à tester

Etablir le protocole expérimental

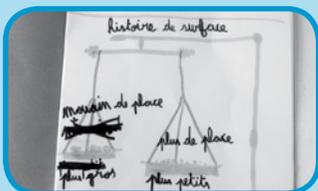
Rappel du témoin, des conditions de travail qui doivent être comparables, liste du matériel

Réaliser les expériences n'oublier ni le glaçon témoin, ni l'outil de mesure du temps!



La lumière: mettre les glaçons entre 4 morceaux de bois, les recouvrir de feuilles de papier de couleurs différentes.

Observer lequel fond le plus vite en comparant avec le glaçon témoin.



La taille: une balance permet de comparer le poids des glaçons entiers et en morceaux; de cette façon, on peut observer la vitesse de fonte de 2 quantités identiques de glaçons mais de tailles différentes.

On pare ainsi à la confusion fréquente entre masse et volume.



Le mouvement d'air: placer les glaçons sur un support (ici gobelets retournés) ou dans une cuillère tenue devant un ventilateur. On observe, on minute, on change la vitesse de rotation de l'appareil, on compare...



La matière « autour » : envelopper les glaçons dans les matières les plus variées et, patiemment... ne plus y toucher!



La chaleur : placer les glaçons dans des milieux à température plus ou moins élevée; dans des récipients d'eau (froide, tiède, chaude), sur le radiateur, au vent du sèche cheveux.



L'eau : dans l'expérience avec l'eau, la mesure des températures et de leur variation au contact du glaçon offre de nouvelles occasions d'apprentissages en progression. Les résultats peuvent être consignés dans un tableau à double entrée.



c) Communication : les conclusions

Présentation de chaque équipe de « savants »
au groupe de « chercheurs »
rassemblés à ce « symposium »



Communiquer.

Qu'il s'agisse du langage comme moyen d'expression des ressentis, de structuration de la pensée ou d'échanges interpersonnels autour d'informations, sa stimulation occupe une place capitale dans la méthode que nous proposons.

Ce travail sur la communication contribue à l'utilisation des sciences comme outil de pouvoir d'émancipation pour tous et non comme moyen de sélection sociale.

4. EN SYNTHÈSE, AU CAHIER DE SCIENCES

Reprendre les critères testés et les résultats des expériences

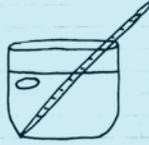
Confronter ceux-ci aux caractéristiques observées dans la glacière (orientation et végétation pour réduire la t° externe, angle du couloir et double porte pour réduire le courant d'air, épaisseur des murs et de la terre pour augmenter l'isolation,

éventuellement double mur, arrosage de la glace pour la faire prendre en un bloc).

Par induction - déduction, les enfants aboutissent à l'énoncé des principes de conservation des anciennes glacières à glace naturelle.

la chaleur

la chaleur



température: ---

temps de

fonte: ---

Entoure le récipient où le glaçon fond le plus vite

le courant d'air



glaçon devant le ventilateur



glaçon témoin

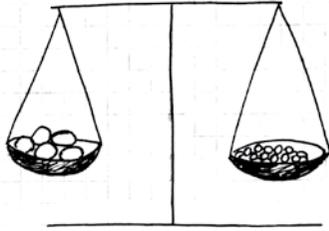
Entoure la situation où le glaçon fond le plus vite.

temps de fonte: ---

la taille des glaçons

La taille des glaçons

5 glaçons entiers



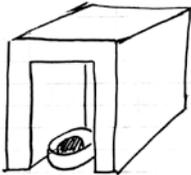
5 glaçons en petits morceaux

temps de fonte : -----

Entoure la situation où les glaçons fondent le plus vite

La lumière

glaçon à l'ombre



glaçon à la lumière



temps de fonte: -----

C | Prolongements

et rencontres

visites

I. MOTIVATION

Rencontrer des experts pouvant témoigner de l'actualisation de la technologie

Une des spécificités de ce projet est d'ancrer le questionnement de départ dans un réel qui appartient aux technologies du passé ou au secteur artisanal car les notions spécifiques y sont plus accessibles pour l'enfant et plus facilement reproductibles à l'école.

Ce travail d'éveil aux principes physiques du changement d'état réalisé, il s'agit de s'intéresser aux technologies actuelles. Elles apparaissent alors comme le fruit d'une évolution de la pensée et des besoins.

Cette compréhension des technologies actuelles, résultat d'une élaboration graduelle des idées permet une démystification progressive des sciences et des techniques. L'enfant peut se projeter dans ce processus qui lie science, technologie et société.

De spectateur des aboutissements de la science, il devient un acteur potentiel des technologies maîtrisées par des équipes humaines au sein

desquelles, à terme, il pourra trouver sa place.

Cette étape est l'occasion de sortir de l'école ! De la patinoire à la chambre froide du boucher, de l'exposition de sculptures de glace à la visite chez le glacier nous organisons la rencontre des « techniciens du froid » qui nous expliquent les systèmes de réfrigération actuels. Ici la place est faite à une communication interpersonnelle motivée par la curiosité et le respect de l'expertise ainsi que par la bienveillance instaurée par cette rencontre « intergénérationnelle ».

Et tout est là pour comprendre la différence entre les moyens passifs des glaciers à glace naturelle de jadis et les moyens actifs et consommateurs d'énergie de la production du froid aujourd'hui.

L'installation des patinoires provisoires offre l'occasion rêvée pour l'observation du système de réfrigération



II. DÉROULEMENT DES VISITES

OBJECTIFS :

- Aller à la rencontre d'adultes experts afin d'avoir une représentation précise de l'utilité et de la diversité des métiers concernés par les technologies du froid
- Organiser une rencontre constructive et courtoise; prendre contact, se présenter, formuler des questions
- Garder des traces
- Gérer les informations reçues

MÉTHODOLOGIE

- Avant de partir, resituer les visites dans le contexte du projet
- Nous avons vu les frigos du siècle dernier, et aujourd'hui, comment conserver ?
- Chaque enfant formule et ou écrit une question
- Suit une mise en commun, une sélection et la retranscription d'une liste d'interrogations à soumettre à la personne rencontrée lors de la visite
- Les questions sont numérotées et chacune est posée par un élève
- Caméra, appareil photos et enregistreur sont bienvenus pour garder des traces de nos visites

Voici les aspects qui nous semblent importants :

- Les procédés techniques de production du froid
- La réflexion sur le besoin de conserver les aliments et les précautions prises dans ce but
- La comparaison des moyens dans les deux lieux visités
- Les procédés de fabrication de la glace
- La dépendance à l'énergie électrique

Les questions aux experts:

Pour les quatre visites :

- Comment est construite la chambre froide (ou frigidaire) ? A-t-on mis un isolant ? Quels sont les endroits réfrigérés ? Quelles sont les températures préconisées ? Comment est produit le froid ?
- Que se passe-t-il si il y a une panne d'électricité ? Peut-on entrer autant de fois que l'on veut dans la chambre froide ? (rappel : dans les glaciers, on ne pouvait entrer qu'une seule fois par jour)

Chez le Boucher :

Comment la viande est-elle amenée ? On dit qu'il faut respecter « la chaîne du froid » qu'est-ce que cela veut dire ? Quelles sont les exigences légales en matière de conservation de la viande ? Après combien de temps doit-on retirer les aliments de la vente ? Existe-t-il des contrôles ?

Chez le glacier :

Quelle température pour garder la consistance adéquate ? Que se passe-t-il si la glace fond et à nouveau gèle ? comment faites-vous pour empêcher la formation de cristaux ? Quelle est la différence entre sorbet et glace ? Peut-on faire de la glace nous-même ? Comment ?

Chez l'installateur de patinoire ou à la patinoire :

Quel est le rôle des moteurs « compresseurs » ? Il ne gèle pas dehors et la glace résiste : comment est-ce possible ? Comment entretient-on la surface de la patinoire ?

A l'organisateur de l'exposition de sculptures de glace :

Quelle est l'origine de cette technique artistique ? Combien de temps l'artiste prend-t-il pour réaliser son œuvre ? Quelles sont ses principales difficultés.

I. MOTIVATION

Agir concrètement en fonction des compétences acquises et pouvoir communiquer sa pratique

Le moment est venu de mettre l'enfant dans un contexte qui lui permet de concrétiser son appropriation des connaissances scientifiques de manière originale et personnelle.

Créer une sculpture de glace, fabriquer du givre, réaliser une glacière pour conserver les boissons fraîches, fabriquer de la crème glacée et la conserver, imaginer la « maison fraîche des temps chauds », ...

Ma glacière sera ... ce que j'ai observé, ce que j'ai expérimenté, ce que j'ai envie de créer.



Du plan à défendre et à justifier ... à la réalisation



Une cave sous toute la maison. Un jardin où les arbres font de l'ombre. Un système d'aération qui profite de la fraîcheur de la terre.

II. DÉROULEMENT DES ACTIVITÉS

OBJECTIFS :

- Prendre conscience de ses compétences et de son pouvoir d'action.
- Se poser des questions face à une nouvelle problématique et chercher quelles compétences appliquer pour y répondre,
- Prendre des initiatives.
- Adapter ses connaissances pour agir sur la matière et expérimenter de nouvelles pistes si nécessaire
- Collaborer
- Créer avec plaisir

MÉTHODOLOGIE

En introduction

Rappel des activités liées au projet et vécues précédemment:

- visite de la glacière (*utilisation de photos, de documents traces*), interview, autres visites

Rappel des expériences qui ont abouti à déterminer les facteurs intervenant dans les phénomènes de changement d'état; « amis ou ennemis » des glaçons.

Lien avec la construction des glacières (*utilisation de photos et du plan d'une glacière*); comment ces principes ont-ils été appliqués à ces constructions ?, comment utilisait-on les glacières ?

Lecture d'extraits (cfr texte p. 34)

« Il était recommandé de ne pénétrer dans la glacière qu'une seule fois par jour, le matin ou le soir et de n'ouvrir une porte qu'après avoir soigneusement fermé la précédente ».

« Certaines cuves de glacière étaient enduites de paille débottée, accrochée aux parois par des crochets ».

« Il fallait s'assurer qu'un minimum d'air soit emprisonné entre les blocs de glace. Pour provoquer la soudure des blocs de glace en un seul gros bloc, les ouvriers arrosaient la glace avec soin pour combler les vides avec l'eau qui, ensuite, gela ».

a) Action !

• Réaliser une glacière

Ceci part du désir enthousiaste des enfants : réaliser sa glacière dans le jardin de l'école.

1. On imagine, on dessine le plan de sa construction, on envisage le matériel nécessaire à sa fabrication.
2. Les plans sont revus, précisés en fonction des critères que les expériences de conservation de la glace ont mis en évidence ;
 - la chaleur: il faut garder les glacières « au frais » et donc éviter le soleil; on observe les positions du soleil dans le ciel de l'école pour choisir un emplacement le moins exposé possible (occasion de voir les points cardinaux)
 - les mouvements d'air : il faut protéger les glaçons du vent
 - la taille: les petits morceaux fondent plus vite; nous ferons des glacières assez grandes pour pouvoir contenir un gros glaçon
 - la matière autour : laine, frigolite, paille, ... quel isolant allons nous choisir ?
3. Echanges en petits groupes et avec l'enseignant qui « soumet les concepteurs à la question » ; comment améliorer ma glacière ? ai-je tenu compte de tous les facteurs ?

4. Construction des glacières dans les trous qui ont été creusés au préalable avec le matériel apporté par les enfants et fourni par l'enseignant.



• Imaginer la « maison fraîche des temps chauds »

On peut créer une mise en situation que chaque animateur jouera, selon son souhait, avec plus ou moins d'expression.

« Ce travail accompli fait de vous des experts en « technologie du froid » et vous allez devoir nous prouver vos compétences dans le contexte d'un **appel à projet**.

Cette demande fait suite au constat d'un phénomène très important pour tous: le **dérèglement du climat de la planète**.

Comment allons-nous vivre lorsque les températures grimperont ?

Actuellement qu'utilise-t-on comme système?, quels en sont les avantages?, les inconvénients?

Quelles solutions trouver pour continuer à habiter agréablement la terre sans la polluer davantage ?

Il s'agit de **créer** un projet de « **Maison fraîche des temps chauds** ».

Cette habitation aura une autre caractéristique, elle sera **intergénérationnelle**; des enfants, des parents, des grands-parents, peut-être même des arrières grands-parents y cohabiteront.

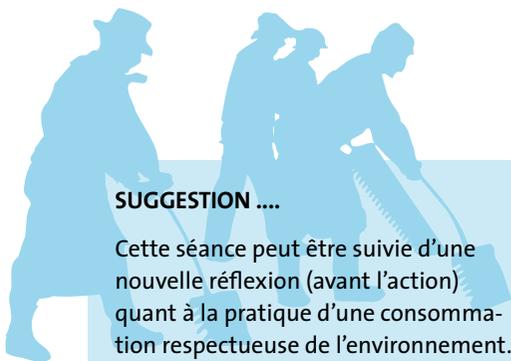
Enfin, voici les **critères** dont vous devrez tenir compte dans la conception de votre projet et qui serviront à **l'évaluer**.

CRITERES	EXIGENCE	MON PROJET
Environnementaux	Acceptable	
Techniques	Réalisable	
Economiques	Accessible à tous	
Confort	Vivable pour tous	
Esthétiques	Harmonieux dans l'ensemble	

Par groupe de 4, **réfléchissez** aux caractéristiques de votre maison et **réalisez** votre plan à l'aide du matériel (papier fort, crayons, ...)

Vous **présenterez** votre projet à la classe et vous **l'expliquerez** en détails en fonction des critères.





SUGGESTION

Cette séance peut être suivie d'une nouvelle réflexion (avant l'action) quant à la pratique d'une consommation respectueuse de l'environnement.

Et nous, dans notre maison, dès les premières chaleurs, que ferons-nous ?

Un échange d'idées, d'hypothèses et de systèmes D peut-être suscité.

Pour aller plus loin, pour structurer les trouvailles sans en oublier, le livre «Fraîcheur sans clim'», dont voici un extrait, offre quelques bons outils.

LES GESTES

- Fermer les fenêtres et les stores et, si possible, les volets pendant les journées chaudes
- Ouvrir les fenêtres en grand la nuit, quand la température extérieure est devenu plus fraîche qu'à l'intérieur
- Supprimer, aux moments les plus chauds, les sources de chaleur non indispensables (cuisson, repassage, éclairage inutiles, etc).
- Suspendre un drap mouillé devant la fenêtre
- Mouiller le carrelage du sol
- Faire sécher son linge, peu essoré, dans le logement plutôt que dans un sèche-linge
- Se vêtir peu et porter des vêtements

amples, en fibres naturelles. Bannir les produit anti-transpirations

- Rafrâchir le corps par des douches fréquentes, des serviettes humides, le port de vêtements légèrement humides, etc.
- Boire abondamment et consommer des aliments aqueux (soupes, fruits, légumes)

LES EQUIPEMENTS

- Stores (idéalement à l'extérieur), volets ou persiennes
- Ventilateurs (de préférence au plafond)
- Appareils de rafraîchissement par évaporation
- Brumisateurs
- Plantes vertes
- Végétalisation des murs extérieurs et de l'environnement immédiat
- Lampes à économie d'énergie
- Appareils électroménagers et de bureautique efficaces (étiquette A)
- Isolation de la toiture et des combles
- Isolation des murs (de préférence par l'extérieur)
- Ouvertures multiples pour faciliter la ventilation nocturne
- Puit provençal
- Parois rafraîchissantes (sol, mur, plafond).
- Parois intérieures (cloisons, sols) à inertie élevée



I. QUELQUES RAPPELS THÉORIQUES NÉCESSAIRES À PROPOS DES CHANGEMENTS D'ÉTATS DE LA MATIÈRE.

Ces notions sont destinées à l'adulte.

Elles constituent un résumé théorique utile pour orienter l'animateur, pour l'aider dans la sollicitation des enfants, pour lui permettre la suggestion judicieuse d'expériences supplémentaires. Ce résumé n'est en aucun cas une synthèse théorique qui s'adresse à l'enfant pour qui des explications d'un niveau de formulation peu adaptée constituent un frein à la curiosité et à l'appropriation.

Dans la démarche didactique proposée, nous conseillons d'en rester au constat des phénomènes exprimés dans un langage familier.

Nous pourrions par exemple noter en synthèse : aujourd'hui, 10 octobre 2005, les enfants de 2^e de l'école X, ont constaté que lorsqu'un glaçon est placé dans un courant d'air froid, il fond 6 fois plus vite que le glaçon témoin, ou encore, que le glaçon placé à température ambiante sous un dictionnaire fond 4 fois plus vite que le glaçon témoin.

Constatons avec eux mais évitons les formulations !

Nous ne dirons donc pas : lorsque la pression augmente la température de fusion de l'eau diminue ...

1. Chaleur et changement d'état :

« Si je mets le glaçon sur la flamme d'une bougie ... »

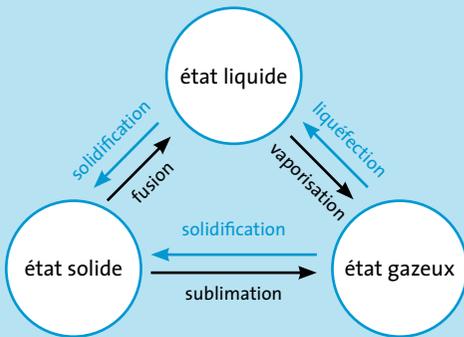
Lorsqu'on chauffe un solide tel que la glace, ses molécules reçoivent de l'énergie. Les molécules se mettent à vibrer et osciller autour de leur position d'équilibre. C'est une agitation moléculaire qui se transmet de proche en proche. C'est donc la chaleur qui se transmet et non le froid !

Si l'énergie (chaleur) reçue est suffisante, les oscillations seront importantes et des liaisons intermoléculaires vont se rompre. Le solide fond, il passe de l'état solide à l'état liquide. Dans un liquide, de petits groupements de molécules associées se font et se défont dans la matière. Les liaisons puissantes et rigides du solide ont disparu, mais certaines forces de cohésion plus faibles persistent.

En élevant encore la température, les liens entre ces molécules finissent par céder. Les agrégats locaux se désagrègent et le liquide s'évapore : il devient un gaz.

Toutes les substances peuvent être amenées aussi bien à l'état solide, qu'à l'état liquide ou gazeux. L'oxygène, gazeux à température ambiante, amené* à une température de -182°C . devient liquide. Une pièce de monnaie en cuivre, solide à température ambiante, placée dans un four à 1083°C . deviendra liquide.

Les températures de fusion et d'ébullition varient suivant la matière. La température de fusion de l'eau est de 0°C. et la température d'ébullition est de 100°C. (à fusion atmosphérique normale de 1013,25 millibares).



La fusion, vaporisation et sublimation nécessitent un apport énergétique pour se réaliser, tandis que les transformations inverses (solidification et liquéfaction) libèrent de l'énergie quand elles ont lieu.

Pour chaque matière, la quantité de chaleur à fournir pour provoquer le changement d'état du solide au liquide et du liquide au solide, sera différente.

Lorsqu'un changement d'état tel qu'une fusion ou une ébullition est entamé, la température restera constante tout le temps que dure le changement d'état et cela même si l'apport de chaleur continue. En effet, la chaleur apportée est utilisée pour le changement d'état, ce n'est que lorsque celui-ci est terminé que la température recommence à monter.

Donc, un mélange homogène d'eau liquide et de glaçons mis à la température ambiante de 20°C. restera à la température de 0° tant qu'il reste des glaçons. La température de cette eau ne pourra augmenter pour rejoindre la température de la pièce que lorsque toute l'eau sera sous forme liquide. De même, l'eau bouillante contenue dans une casserole restera à 100°C, même si l'apport de chaleur continue.

2. Pression et changement d'état : « Et si je pousse sur le glaçon ? »

Lorsque la pression augmente, la température de fusion de l'eau diminue. Autrement dit, sous l'effet d'une pression, la glace peut devenir liquide en dessous de 0°C.

Lorsque la lame du patineur glisse sur la glace, cette lame exerce une pression importante. Sous l'effet de cette pression, la glace fond et permet un meilleur glissement. Un glaçon fondra donc plus vite si on lui applique une pression (en déposant un dictionnaire sur le glaçon ou en poussant dessus).

La température d'ébullition de l'eau, quant à elle, augmente si la pression augmente. Dans une casserole à pression, la température de l'eau qui bout n'est plus de 100° mais de 120°C.

3. Surface d'échange : « Et si je casse le glaçon en petits morceaux ? »

Le changement d'état est favorisé par une grande surface d'échange.

L'agitation thermique se transmet de proche en proche, du corps le plus chaud au corps le plus froid. Si la surface d'échange est grande, plus de molécules sont en contact avec les molécules du corps chaud, et plus de molécules peuvent transmettre le mouvement moléculaire. Lorsque l'on casse des glaçons en petits morceaux, nous augmentons les surfaces d'échange entre la glace et l'air plus chaud ambiant.

Dans les glaciers à glace naturelle, les ouvriers déposaient les blocs de glace et ensuite ajoutaient de l'eau liquide afin que celle-ci gèle dans les interstices. Il se formait ainsi un énorme bloc plutôt que plusieurs plus petits. Cela permettait une conservation plus efficace.

4. Isolation : « si je mets le glaçon dans un pull, il va fondre plus vite ! »

La pensée spontanée est de croire qu'un pull donne de la chaleur. Mais non, le pull limite les échanges de chaleur, il isole. Les enfants seront très étonnés de constater qu'un glaçon mis dans de la fourrure, de la laine, de l'ouate... est conservé plusieurs heures.

La chaleur est toujours conduite de la zone de plus haute température à la zone de plus basse température. La grandeur qui détermine l'aptitude d'une substance à transmettre la chaleur est appelée conductivité thermique, elle dépend de la structure

atomique de la substance.

Les métaux sont de bons conducteurs de chaleur, ils ont une grande conductivité thermique, elle dépend de la structure atomique de la substance.

En général, la conductivité thermique des solides est plus grande que celle des liquides qui est plus grande que celle des gaz. En effet, les molécules de gaz sont très éloignées les unes des autres, ce qui les rend moins aptes à conduire l'énergie thermique. N'importe quel système qui piège une couche d'air, fonctionne comme un bon isolant thermique. C'est en partie à cause de l'air qu'ils contiennent que des matériaux comme la laine, la fourrure, les fibres de verre, le polystyrène expansé... sont de bons isolants.

Un glaçon mis dans une boîte disposée dans une boîte plus grande sera bien conservé car nous l'entourons d'une couche d'air. Une couche d'air immobile piégée sans mouvement, constitue une excellente isolation.

5. Courant d'air : « Pourquoi éviter les courants d'air dans la glacière ? »

En été, une légère brise ou un courant d'air distillé par un ventilateur nous rafraîchit. Les enfants pensent alors tout naturellement qu'un courant d'air ne peut-être que bénéfique pour maintenir un glaçon solide. Et pourtant...

Un glaçon placé devant le courant

d'air d'un ventilateur fondra nettement plus vite que le glaçon témoin. En effet, lorsqu'un glaçon est sorti du réfrigérateur, les molécules d'air à température ambiante transmettent aux molécules de glace de l'énergie calorifique (transmission du mouvement moléculaire). Les molécules d'air se refroidissent en donnant cette chaleur. Un manchon d'air plus frais entoure peu à peu le glaçon. En utilisant le flux d'un ventilateur, nous empêchons ce manchon d'air plus froid de se former et nous optimisons le contact entre l'air ambiant qui transmet sa chaleur et les molécules de glace.

Un courant d'air même frais favorise la fonte.

6. Mélange réfrigérant : « Et si on mettait du sel dessus ? »

En hiver, le service de maintenance des routes réalise des épandages de sel dès les premières gelées. L'ajout de sel permet d'abaisser la température de solidification de l'eau en-dessous de 0°C , à pression atmosphérique normale. Un mélange d'eau salée présente une température de fusion nettement inférieure à 0°C . Les molécules de sel gênent le processus de cristallisation de l'eau en glace. La glace à 0° en présence de sel n'est pas en équilibre: elle fond. La dissolution du sel dans l'eau liquide exige alors de l'énergie. L'énergie nécessaire

est empruntée au liquide lui-même, qui par conséquent, se refroidit très nettement.

On parle d'un mélange réfrigérant. Pour obtenir un abaissement optimal de la température (jusqu'à -20°C !), il faut mélanger deux parties en poids de glace pour une partie de sel de cuisine (NaCl). Avant les congélateurs, on faisait de la crème glacée en mettant de la crème liquide et du sucre dans un récipient métallique, entouré d'un mélange de sel de cuisine et de glace pilée.

7. Lumière : « Il n'y a pas de lumière dans la glaçière ! »

Les enfants pensent qu'un glaçon fondra plus vite à la lumière qu'à l'ombre.

Pourtant non ! La lumière est, le plus souvent à juste titre, associée à la chaleur car beaucoup de sources de lumière sont aussi des sources de chaleur. Il sera important de faire remarquer cette différence. Si l'on parvient à dissocier le facteur « lumière » de celui de « chaleur », alors nous pourrions faire le constat que la lumière seule ne fait pas fondre la glace. Un moyen est de disposer dans la même pièce un glaçon à l'ombre et un autre à la lumière.

II. DESCRIPTION ET UTILISATION DE LA GLACIÈRE À GLACE NATURELLE

(d'après Les glacières à glace naturelle, coll. Héritages de Wallonie, Qualité Village Wallonie asbl, 1989).

UN PEU D'HISTOIRE ...

Encyclopédies et autres dictionnaires s'accordent tous à dire qu'une glacière est un lieu où l'on conserve de la glace naturelle pendant les saisons ou dans les pays où le froid n'en produit pas réellement. Selon l'époque de leur parution, ces ouvrages donnent force détails sur la manière de les construire ou se bornent à une citation laconique. Les documents sont rares et les archives éparées. La littérature s'attache davantage aux conseils de construction, de remplissage et d'entretien qu'à décrire l'usage de la glace ou son mode de distribution.

L'insertion des glacières dans le domaine économique fait apparaître **deux grands circuits de distribution** de la glace naturelle.

Le premier, qui connaît son apogée vers le **milieu du XIX** siècle, fait appel à un important commerce qui, au départ des **pays nordiques**, acheminait la glace vers les grands centres de conservation et de répartition. Ce commerce a donné lieu à la construction d'énormes édifices, comme la grande glacière de Bruxelles ou celle du Bois de Boulogne à Paris, dont la capacité pouvait atteindre et dépasser les 30.000 m³. C'est également

lui qui a, petit à petit, alimenté les **glacières urbaines**, dont la construction fut conseillée et favorisée par les gouvernements.

L'autre grand circuit de distribution concerne une infinité de **glacières rurales**, généralement construites à proximité des étangs ou des points d'eau, et qui appartenaient à l'équipement logique de la très grande majorité des châteaux. Ces glacières «individuelles» avaient une contenance moyenne d'environ 50 m³, avec des exceptions qui pouvaient atteindre des dimensions considérables. Elles étaient parfois surmontées d'un petit temple comme à Deulin, d'un pavillon comme à Baillonville ou d'une gloriette. Les glacières qui équipaient les bourgades et les petites villes avaient des dimensions et un mode constructif comparables et s'intégraient donc au même circuit. Ainsi, à Spa, une vingtaine de glacières témoignent par leur nombre, de l'essor de l'industrie hôtelière et de l'activité thermique de cette ville d'eau. La conservation de la glace naturelle appartenait à tel point à la vie quotidienne que nous nous trouvons actuellement face à une absence presque totale d'informations sur l'utilisation de la glace naturelle par les populations locales.

Des archives privées nous indiquent cependant, que les seigneurs et châtelains n'étaient pas les seuls bénéficiaires de la glace naturelle entreposée dans les glacières construites sur leur domaine. On connaît non seulement les vertus thérapeutiques de la

glace, auxquelles la médecine faisait appel, mais aussi son usage dans les sciences en général. Les propriétaires de glacières ont admis parfois que les populations locales bénéficient de la glace naturelle entreposée, moyennant paiement ou en échange de la participation à la main-d'oeuvre de remplissage.

Parallèlement, nous ignorons pratiquement tout ce qui concerne l'utilisation des glacières de type ordinaire, le plus communément retrouvé aujourd'hui. Elles consistaient principalement en une fosse précédée d'un couloir d'accès plus ou moins long et tortueux, et devaient être initialement destinées à la conservation de la glace pour un usage futur et non à celle des aliments. La glace y était prélevée au fur et à mesure des besoins, aux fins de rafraîchir les boissons puis, d'alimenter les armoires frigorifiques domestiques. Ce sont ces mêmes armoires qui ont accueilli ensuite la glace artificielle distribuée par l'industrie, et dont l'emploi n'a réellement disparu qu'après 1945. Les aménagements de glacières en vue de les doter de chambres froides ou d'autres lieux de conservation d'aliments, semblent plus tardifs ou prévus dans des projets de construction relativement récents.

LES TYPES DE GLACIÈRES

Les rares traités nous apprennent qu'il existe plusieurs types de glacières. Les plus fréquents sont la glacière dite **ordinaire**, la glacière **américaine** et la glacière **anglaise**.

L'expérience nous a cependant montré qu'il y avait lieu d'affiner les critères de classification et que la seule référence à la forme générale est insuffisante à couvrir la grande diversité des glacières des régions wallonnes.

LA GLACIÈRE ORDINAIRE

DESCRIPTION

Courante dans nos régions, elle est toujours souterraine et construite dans une fouille dont le diamètre au sol est généralement de huit à dix mètres et dont la profondeur peut varier entre cinq et douze mètres. La maçonnerie emprunte, intérieurement, la forme d'un tronc de cône renversé. Le fond est aménagé en légère pente vers son centre qui présente un puisard de dimensions variables, communiquant avec l'extérieur par un conduit d'évacuation des eaux de fonte. Deux systèmes se partagent le mode de couverture de l'édifice. L'un préfère la maçonnerie qui, sous la forme d'une coupole plus ou moins aplatie, pourra recevoir par-dessus, tout ou partie des terres de déblais et constituer ainsi une isolation thermique non négligeable. C'est ce mode constructif qui, dans le paysage, fait apparaître le site d'une glacière comme une butte, souvent plantée d'arbres dont l'ombrage empêche une élévation excessive de la température. L'autre système préconise la couverture sur charpente en bois réalisée de manière à contenir des matériaux isolants, tels que paille, cendres, sciure, terres et mous-

ses, retenus entre différentes parois aménagées en couches successives et ventilées correctement. Les glacières parvenues entières jusqu'à nous, sont du type à couverture par coupole tandis que celles à charpente n'ont pu résister sans entretien aux injures du temps. Mais il est difficile aujourd'hui de reconnaître dans certaines glacières effondrées dont il ne reste que la cuve, si elles étaient munies d'un système de couverture plutôt que de l'autre. Les traités sont unanimes en ce qui concerne l'importance de l'accès aux glacières et du soin qu'il faut apporter à son aménagement. Ils conseillent, impérativement, que l'entrée soit orientée au nord et précède un couloir dont la longueur permette l'installation de trois portes successives dont le sens d'ouverture soit alterné. Ce couloir devra obligatoirement déboucher dans la glacière à un niveau supérieur à celui de la surface libre de la glace afin d'éviter qu'un courant d'air plus chaud puisse déclencher le processus de fonte lors des pénétrations. Dans la partie de ce couloir qui précède immédiatement la glacière proprement dite, des logettes furent aménagées dans les parois afin d'y conserver au frais des aliments et des boissons. Toutes les glacières ne possédaient pas de telles logettes. Parfois, le couloir d'accès présente des angles de nature à freiner la circulation de l'air chaud. Des adaptations étaient apportées à ce mode constructif, selon que la glacière était enterrée pleinement ou construite à flanc de colline, et également d'après la nature ou l'humidité du sol.

UTILISATION

Le remplissage d'une glacière était régi par des règles très strictes... «faute d'un profond repentir»(!). De toutes façons, une glacière n'était opérationnelle qu'après plusieurs années et les premiers remplissages fondaient dans des proportions désastreuses. Petit à petit, un **équilibre thermique** s'établissait qui permettait une conservation honorable, laquelle était fonction de la nature des sols environnants, de la qualité des maçonneries, de l'absence d'humidité et du soin apporté au remplissage. Celui-ci ne pouvait avoir lieu qu'après avoir procédé pendant plusieurs jours à une ventilation vigoureuse de la glacière au moyen d'air sec et très froid.

La glace de remplissage provenait généralement des étangs avoisinants mais pouvait également être prélevée dans des prés inondés à cet effet. La neige servait souvent au remplissage mais demandait des précautions particulières. Dans tous les cas, il fallait s'assurer qu'un minimum d'air soit emprisonné dans les interstices, afin de permettre la formation d'un bloc homogène occupant la totalité du volume et d'éviter ainsi la possibilité de fonte locale. A cette fin, les couches de glace déposées avec soin étaient généralement arrosées pour provoquer la soudure des blocs entre eux et remplir les interstices.

Une solide claie de madriers, recouverte de fagots ou de paille débottée, était indispensable dans le

fond de la glacière pour permettre à l'eau de fonte de transsuder vers le puisard. Certains auteurs recommandaient même d'interposer de la paille débottée entre la glace et les parois. Les crocs, encore présents aujourd'hui dans certaines cuves, montrent, qu'en effet, cette pratique était parfois utilisée et que la paille (ou un autre isolant) était arrimée de proche en proche.

Enfin signalons qu'il était recommandé de ne pénétrer dans une glacière qu'une seule fois par jour, le matin ou le soir et de n'ouvrir une porte qu'après avoir soigneusement refermé la précédente, tant à l'entrée qu'à la sortie.

Comme beaucoup d'entreprises humaines, l'art de construire une glacière s'augmentait de l'art de savoir s'en servir.

LA GLACIÈRE AMÉRICAINE

Nous n'avons pas trouvé trace de la présence de ce type de glacière dans nos régions. En revanche, les pays scandinaves en conservent de nombreux témoins. Construite complètement hors sol, elle affecte la forme d'une maison de bois dont les dimensions pouvaient atteindre dix mètres de côté et six mètres de hauteur. Elle présente des parois doubles dont l'intervalle est comblé de matières isolantes, comme la paille, la sciure, le foin ou la tourbe. Son utilisation devait s'entourer de précautions analogues à celles nécessitées par l'emploi des glacières ordinaires. Les auteurs français, sans trop s'étendre sur le sujet, en recommandaient

la construction en vertu de son faible coût et la présentaient comme celle dont la propriété était accessible à toutes les familles. Cette glacière pouvait également être construite dans le sol. Par son mode de construction, elle pouvait se comparer à deux caisses l'une dans l'autre. Celle située à l'intérieur contenait la glace, tandis que l'autre, formée de solides mardriers, de bois de grume, de bois de bateau et de paille, assurait l'isolation. Bien qu'il nécessitât une fouille, ce type de construction était également recommandé pour son coût intéressant.

LA GLACIÈRE ANGLAISE

Il s'agissait d'une construction dispendieuse, mais la seule que l'on puisse utilement recommander pour une implantation en terrain humide. En effet, ses murs étaient doubles et distants l'un de l'autre. De même, deux voûtes distinctes et superposées couvraient l'ensemble, créant ainsi une enveloppe d'air isolante qui empêchait l'humidité de pénétrer jusqu'à la glace. Ce type permettait, le plus efficacement, d'aménager une antiglacière, c'est-à-dire une chambre froide propre à recevoir les aliments à conserver.

PARTENAIRES ET RESSOURCES

Voici les enseignants associés au projet. Nous les remercions vivement pour leur accueil et leur collaboration.

- Ecole de la Ste Famille à Vierset-Barse: Madame Patricia Pieraerts et Mademoiselle Anne Vierset et les enfants de la classe du « cycle 5-8 ».
- 085/43 23 21
- Ecole Communale de Tilff: Monsieur Dantine, Mesdames Bozet, Rommes et De Bouny et les enfants des classes de 1^{ière}, 2^e et 3^e année primaire.
- 04/388 14 60
- Ecole Communale de Beaufays: Mesdames Bruning, Houben et Vanneste et les enfants de 3^e année primaire.
- 04/351 56 59

Le projet a pu évoluer grâce à des experts en la matière, disponibles et soucieux de la qualité des informations utilisées.

Ils restent de précieux alliés pour de nouvelles initiatives !

RESPONSABLES DES VISITES DES SITES:

- Glacière de Spa: Monsieur Paul Jehen - 087/77 14 18
- Glacière de Ochain: Monsieur Emile Hotton - 086/34 46 57
- Glacière de Hernanmont: Archéoscope de Vielsalm - 061/46 83 03
- Glacières urbaines (Liège) et anciens systèmes de conservation de la glace:
- Monsieur Koelman - 04/443 30 06

PROFESSIONNELS DES « TECHNIQUES DU FROID » ACTUELLES:

- Patinoire de Liège: Monsieur Olivier Fourmanoit - 04/227 10 12 ,
patinoire_liege@hotmail.com
- Patinoires démontables (installées dans les galeries commerciales) Société ATMIC, Monsieur Simonis - 019/51 51 17

Frigoristes, installateurs de systèmes de climatisation, concepteurs de technologies alternatives figurent au « Pages d'or ».

ORGANISMES SPÉCIALISÉS, POUVANT DIFFUSER INFORMATIONS ET MATÉRIEL DIDACTIQUE,

• EN ENVIRONNEMENT:

- Le Centre d'Initiation et de Formation à l'Environnement de Comblain-au-Pont (CIFEC), où se trouve le Centre d'Interprétation de la Chauve - Souris (CICS),
- 04/369 99 70

• EN PROMOTION DU PATRIMOINE:

- L'asbl Qualité-Village-Wallonie, Madame Isabelle Dalimier,
- 04/379 05 01 - qvww@belgacom.net

BIBLIOGRAPHIE

- Les glaciers à glace naturelles, coll. Héritages de Wallonie, Qualité – Village Wallonie asbl, 1989
- Revue Imagine, Mars Avril 2005, Dossier Et si nous habitons « écologique » ?
- Thierry Salomon et Claude Aubert, Fraîcheur sans clim', éd. Terre Vivante, 2004.

• EN MÉTHODOLOGIE DES SCIENCES:

- J.Borg, M.Faivre D'arcier, J.F.Monard, R.Panel, Des mains à la tête - Matière et vivant, Cycle 2, Ed Magnard, 1996
- W.Harlen, Enseigner les sciences, comment faire?, La main à la pâte, Ed. Le Pommier, 2001
- A.Giordan, Une didactique pour les sciences expérimentales, Ed. Belin, 1999
- A.Caillé L'enseignement des sciences de la nature au primaire, Presse de l'université du Québec, 1996
- B.-M. Barth, L'apprentissage de l'abstraction, éd. Retz, 1987

• EN SCIENCES:

- A. Meesen, Théorie atomique de la matière et de la chaleur, De Boeck-Wesmael, 1989.
- Eugène Hecht, Physique, DeBoeck Université, 1999.

