

# L'énergie dans l'habitat

Une séquence du projet *Ma maison, ma planète... et moi !*

## Résumé

Cette séquence traite d'un aspect fondamental de la conception bioclimatique de l'habitat : la maîtrise de l'énergie. Après avoir étudié le rôle des isolants thermiques et leur utilisation dans le bâtiment, les élèves imaginent un dispositif de ventilation permettant de combiner efficacité énergétique et habitat sain (le puits canadien). Ils comprennent ensuite comment orienter le logement pour profiter au maximum de l'énergie solaire, tout en se protégeant des fortes chaleurs. Enfin, ils explorent comment les énergies renouvelables peuvent être utilisées dans l'habitat, à travers un exemple : le chauffe-eau solaire.

## Séance 3-1 : Qu'est-ce qu'un isolant thermique ?

 <p><b>durée</b></p>	1 h 30
 <p><b>matériel</b></p>	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"> <li>• deux thermomètres</li> <li>• deux petites bouteilles ou flacons identiques et dont le bouchon est percé pour laisser passer un thermomètre</li> <li>• un (ou plusieurs) pull(s) en laine</li> <li>• un dispositif pour chauffer de l'eau (bouilloire...) et une réserve d'eau froide (mise au réfrigérateur)</li> </ul>
 <p><b>objectifs</b></p>	Comprendre qu'un isolant thermique ne chauffe pas mais limite les échanges de chaleur : isoler un logement permet de se protéger du chaud comme du froid
 <p><b>compétences</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipuler et expérimenter en éprouvant la résistance du réel</li> <li>• Participer à la conception d'un protocole expérimental et le mettre en œuvre en utilisant les outils appropriés</li> <li>• Savoir utiliser et lire un thermomètre</li> </ul>
<p><b>dominante</b></p>	Sciences et technologie

### Question initiale

Le maître revient sur les besoins exprimés au tout début du projet : un logement sert, entre autre, à se protéger du froid et du chaud. Il demande à la classe : *Comment votre logement est-il chauffé ? Et l'école, comment est-elle chauffée ?*

Certains élèves ne savent pas répondre, mais d'autres vont dire : *à l'électricité, au gaz, au fioul, avec une cheminée...*

Or, on a vu précédemment qu'il serait préférable de consommer moins d'énergie. Comment faire ? L'enseignant questionne les élèves : *Peut-on imaginer des logements qui consomment moins d'énergie pour se chauffer ?* Parmi les réponses possibles des enfants, on trouve par exemple : *Il faut utiliser la chaleur du Soleil, il faut éviter de faire sortir la chaleur, etc.*

Si les élèves ne pensent pas à parler d'isolant, le maître les guide (*En hiver, comment fait-on pour sortir sans avoir froid ?*) afin d'évoquer le rôle de la laine (*Que fait-elle exactement ?*).

La classe est divisée entre ceux qui pensent que la laine chauffe et ceux qui pensent qu'elle protège du froid.

### Recherche (expérimentation)

Pour savoir si la laine chauffe, le maître propose aux enfants de concevoir une expérience. Une possibilité est, par exemple, de placer un thermomètre à l'air libre et d'en enrouler un, identique, dans un pull en laine.

L'expérience est réalisée collectivement. Pendant ce temps, les élèves notent leurs prévisions dans le cahier : *Quelle sera la température affichée par chaque thermomètre dans 10 minutes ?* Certains imagineront des écarts importants, de 10 °C ou plus.

## Note scientifique

Bien vérifier, au début de l'expérience, que les différents thermomètres affichent la même température. Il faut, pour cela, les avoir laissés à la température de la pièce pendant quelques minutes.

Au bout d'une dizaine de minutes, on constate qu'il n'y a pas de différence significative. Les deux thermomètres affichent la même température : la laine ne chauffe pas.

*Quel peut donc être le rôle de la laine ? Peut-être permet-elle de garder la chaleur ?*



*Classe de CM2 d'Anne-Marie Lebrun (Bourg-la-Reine)*

## Recherche (expérimentation)

La classe peut alors imaginer une seconde expérience pour valider cette hypothèse. Pour cela, on a besoin d'objets chauds, qu'on va tenter de maintenir à la même température. Que peut-on utiliser comme objet chaud dans la classe ?

Une possibilité est d'utiliser de l'eau chaude : prendre deux bouteilles d'eau chaude. La température n'a pas besoin d'être très élevée (40 °C suffit largement).

L'une des bouteilles est entourée d'un pull en laine, l'autre est à l'air libre. On place un thermomètre dans chacune (à travers le bouchon), et on note la température toutes les cinq minutes pendant un quart d'heure.

Les élèves, toujours répartis en groupe, réalisent cette expérience.



*Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)*

## Mise en commun

Les différents groupes ont observé que la température de l'eau contenue dans la bouteille entourée de laine avait moins décliné que celle contenue dans la bouteille seule. L'interprétation est donc que la laine ne chauffe pas : elle empêche de se refroidir.

## Nouvelle recherche (expérimentation)

Le maître interroge alors ses élèves : *D'après vous, est-ce que la laine empêche aussi de se réchauffer ?* Il recueille les différentes hypothèses des élèves, ainsi que les idées d'expériences à faire pour les valider. Il suffit de réaliser la même expérience que précédemment, mais avec de l'eau froide. Les élèves se répartissent par groupes et font l'expérience.

## Mise en commun

Chaque groupe présente ses résultats : l'eau contenue dans la bouteille entourée de laine s'est moins réchauffée que l'eau de l'autre bouteille.

La conclusion est alors : *La laine empêche de se réchauffer (elle protège de la chaleur).*

Le maître demande aux élèves comment s'appelle un matériau qui protège à la fois de la chaleur et du froid. Le mot « isolant » est alors introduit. Une définition possible est : *Un isolant protège aussi bien du chaud que du froid : on dit qu'il limite les échanges de chaleur.*

## Retour à la question initiale

Le maître veille alors à replacer la question de l'isolation dans son contexte initial : *Qu'est-ce qu'on peut isoler dans un logement ?*

Les enfants répondent sans difficulté : les murs et le toit. En revanche, tous n'ont pas l'idée d'isoler les fenêtres (double vitrage).

## Conclusion

Un exemple de conclusion, élaborée par la classe puis notée dans les cahiers, peut être :

*Un isolant limite les échanges de chaleur. En été, isoler permet de se protéger des fortes chaleurs ; en hiver, isoler permet de se protéger des grands froids. Isoler un logement permet donc d'économiser de l'énergie en été (climatisation) et en hiver (chauffage).*

La séance suivante a pour but de rechercher les différents isolants utilisés dans l'habitat et de constater que certains d'entre eux sont des matériaux plus écologiques que d'autres.

### Prolongements

- Ce travail peut être prolongé en mathématiques : il offre une bonne occasion d'apprendre à réaliser des graphiques : choix des axes, correspondance entre les données du tableau et les points du graphique, interprétation, etc.
- On peut poursuivre ce travail expérimental en constatant que, plus on dispose une couche épaisse d'isolant, plus l'isolation est efficace. Pour cela, il suffit de prendre davantage de bouteilles d'eau : une bouteille est laissée à l'air libre, une deuxième est entourée d'un pull en laine, une troisième de deux pulls, etc.
- On peut aussi tester d'autres matériaux, isolants ou non, utilisés dans le bâtiment (cf. séance suivante). Attention : la laine de verre et la laine de roche présentent des risques pour la santé et ne doivent pas être manipulées par les élèves.



Classe de CM2 de Christine Blaisot  
(Le Mesnil-Esnard)

## Séance 3-2 (optionnelle) : Quels sont les isolants utilisés dans l'habitat ?

<b>durée</b> 	45 min
<b>matériel</b> 	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"><li>• de quoi faire une recherche documentaire (accès Internet, encyclopédie, livres sur la construction...)</li></ul>
<b>objectifs</b> 	Découvrir qu'il existe plusieurs types d'isolants pour l'habitat
<b>compétences</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Effectuer une recherche documentaire</li><li>• Si utilisation d'Internet : utiliser des mots clés, naviguer sur un site</li></ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie
<b>lexique</b>	Isolant, thermique

### Question initiale

Quelques jours avant la séance, l'enseignant demande aux élèves de se renseigner auprès de leurs parents : *Quels sont les matériaux utilisés pour l'isolation chez vous ?*

Les isolants les plus fréquemment utilisés sont les laines minérales (laine de verre, laine de roche) et le polystyrène. La question que se pose la classe est : *Existe-t-il d'autres matériaux isolants ?*

### Recherche (documentaire)

Les élèves, répartis en petits groupes, sont encouragés à effectuer des recherches documentaires, soit sur Internet, soit dans une base bibliographique (encyclopédies, dictionnaires...), en se mettant d'accord, collectivement, sur les mots clés guidant cette recherche. Par exemple : « isolant », « isolation thermique », « matériaux isolants », « isolants naturels »...

Voici quelques exemples de sites Internet ou livres pertinents pour cette recherche :

- [http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page\\_16546.htm](http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_16546.htm)
- <http://www.terrevivante.org/129-isolation.htm>
- [www.tour-energie.fr](http://www.tour-energie.fr) (rubrique « basse consommation » puis « les isolants thermiques » ou « les isolants naturels »)
- <http://www.eco-logis.com> (rubrique « connaître nos matériaux » puis « matériaux d'isolation »)
- *Une chambre d'enfant saine et écologique*, Éditions Eugen Ulmer (2008), page 44 et suivantes.
- À défaut, on peut utiliser l'éclairage scientifique de cet ouvrage (page 27 et suivantes).



Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)

Pour faciliter cette recherche documentaire, le maître peut distribuer une fiche à chaque groupe avec les indications ou consignes suivantes :

- Nom du site ou du livre consulté
- Trouve au moins cinq matériaux utilisés pour isoler les habitations
- Quels sont ceux qui sont les plus utilisés ?
- Quels sont ceux qui sont les plus écologiques ?

## Mise en commun

Un à un, chaque groupe donne un exemple d'isolant utilisé dans l'habitat. La classe constate que le choix est vaste : laine de verre, laine de roche, chanvre, liège, fibre de bois, polystyrène, laine de mouton, plume de canard, etc.

Les plus fréquents sont la laine de verre, le polystyrène et la laine de roche... et ce sont aussi les moins écologiques !

## Conclusion

La conclusion, établie collectivement, est notée dans les cahiers d'expériences.

*Isoler les logements permet d'économiser beaucoup d'énergie, en été comme en hiver. Il existe des isolants plus écologiques que d'autres.*

### Prolongement

On pourra également prolonger ce travail sur l'isolation en s'intéressant aux doubles vitrages. L'étude du fonctionnement d'une bouteille thermos, par exemple, pourrait introduire le fait que deux enveloppes séparées par une mince couche de gaz ou de vide constituent un bon isolant thermique. S'ensuivrait alors une étude documentaire sur les double et triple vitrages.

## Séance 3-3 (optionnelle) : Comment ventiler son logement sans nuire à l'isolation ?

 <b>durée</b>	1 h 15
 <b>matériel</b>	Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none"><li>• une photocopie de la fiche X, page 124</li><li>• une photocopie, au choix, de la fiche XI, page 125, ou de la fiche XII, page 126</li></ul>
 <b>objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprendre qu'un logement mal ventilé n'est pas sain</li><li>• Savoir que, sous le sol, l'amplitude thermique est plus faible qu'à l'air libre</li><li>• Comprendre le principe du puits canadien</li></ul>
 <b>compétences</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lire et comprendre un schéma</li><li>• Retrouver des erreurs sur un schéma erroné et savoir les expliquer</li></ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie
<b>lexique</b>	Ventilation, climatisation, puits canadien, puits provençal, amplitude thermique

### Question initiale

Le maître revient sur la nécessité d'isoler les logements en demandant aux élèves : *Pourquoi faut-il isoler un logement ?* Isoler un logement a l'avantage de limiter les échanges de chaleur (et donc de limiter la consommation d'énergie). Il leur demande alors si une très forte isolation pourrait être un inconvénient, en orientant la discussion sur le fait qu'un logement parfaitement isolé est une boîte étanche... et donc malsaine car l'air n'y est pas renouvelé.

Pour les guider, il peut leur demander ce qui se passerait s'ils étaient enfermés dans une boîte sans ouverture.

La classe discute alors des raisons pour lesquelles il est important de bien aérer un logement : la respiration, mais aussi les pollutions générées par les cheminées ou chaudières, l'humidité, etc. Ces aspects sont détaillés dans l'éclairage scientifique, page 29.

L'enseignant demande alors aux élèves de faire la liste de tous les dispositifs d'aération des logements (où sont les ouvertures ?). La classe constate que ces aérations (grilles d'aération, ouvertures sur les fenêtres, etc.) sont des entrées d'air directes : ainsi, le logement reçoit de l'air froid en hiver et de l'air chaud en été. Comment pourrait-on aérer un logement l'hiver, quand il fait très froid, sans pour autant faire entrer de l'air très froid ?

Les élèves pensent à chauffer l'air (on va faire passer l'air par une chaufferie), mais cela consomme de l'énergie. Il oriente la discussion en cherchant quelle est la pièce qui reste à peu près à la même température toute l'année. La cave est rapidement évoquée : en hiver, il y fait moins froid que dehors, et en été il y fait moins chaud qu'à l'extérieur.

### Recherche (étude documentaire)

Collectivement, on imagine une expérience qui permettrait de vérifier que la température de la cave varie peu au cours de l'année. Comme on ne peut pas faire cette expérience (qui prendrait des mois !), l'enseignant annonce qu'ils vont étudier l'expérience faite par quelqu'un d'autre.

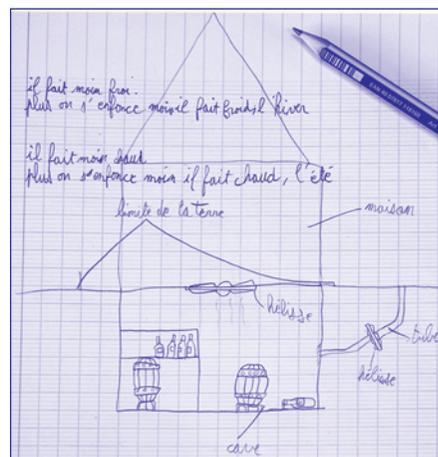
Il distribue alors une photocopie de la fiche X sur laquelle il est demandé aux élèves de calculer l'amplitude thermique (définie dans la consigne accompagnant le document) à la surface et à 1,5 m de profondeur.

## Mise en commun

Les élèves mettent en commun leurs calculs et constatent que, sous le sol, l'amplitude thermique est plus faible qu'en surface : la température est moins basse en hiver et moins élevée en été.

Le maître leur pose alors la question : *Serait-il possible de faire passer l'air dans le sol avant d'arriver dans la maison, pour l'aérer ?* Il les incite à produire un schéma légendé dans leur cahier d'expériences.

Les schémas sont ensuite présentés à toute la classe.



Classe de CM1/CM2 d'Isabelle Josse (Genac)

## Évaluation formative

### Note pédagogique

L'éclairage pédagogique, page 12, décrit plusieurs formes d'évaluation, notamment l'évaluation formative, qui a pour but, non pas de noter les élèves, mais de s'assurer de leur bonne compréhension de certaines notions et d'adapter le projet pédagogique en conséquence.

Le maître répartit ses élèves en petits groupes et leur distribue, pour la moitié d'entre eux la fiche XI et pour l'autre moitié la fiche XII. Chaque fiche comporte deux schémas (un juste, un faux). L'une concerne l'été, l'autre l'hiver.

Après un quart d'heure environ, le maître organise une mise en commun et explique le fonctionnement de cette ventilation : au lieu de faire entrer l'air directement, on le fait passer sous terre (dans un tuyau), ce qui lui permet de se mettre à une température plus proche de celle que l'on souhaite atteindre à l'intérieur. Au lieu d'avoir de l'air très froid qui arrive par les ouvertures en hiver, on a un air plus doux. Idem en été.

Ce système porte le nom de « puits canadien ». On l'appelle aussi parfois « puits provençal ».

### Note scientifique

- Un puits canadien, pour bien fonctionner, doit être couplé à une ventilation « forcée » (VMC). Surtout adapté aux maisons individuelles, il permet de faire d'importantes économies d'énergie, en hiver comme en été.
- Bien que l'expression « puits canadien » soit récente (années 1970), son principe est connu depuis l'Antiquité.
- Plus d'informations sur le puits canadien, et la ventilation en général, dans l'éclairage scientifique, page 29.

## Conclusion

La conclusion est élaborée collectivement et écrite dans le cahier d'expériences, ainsi que sur l'affiche de la classe.

*La ventilation permet de renouveler l'air de la maison, donc de l'assainir. Pour bien ventiler sans nuire à l'isolation, et donc pour économiser de l'énergie, on peut utiliser un puits canadien, qui fait passer l'air sous terre.*



## Prolongement multimédia

Dans cette animation multimédia, conçue par *La main à la pâte* et la Cité des sciences, l'enfant identifie, pièce par pièce, les sources de nuisance pour la santé dans la maison et apprend comment minimiser ces nuisances. L'accent est mis sur l'importance de la ventilation.

Cette animation est disponible, avec d'autres, sur le site Internet du projet (pour plus de détails, voir pages 107-109).



## Séance 3-4 (optionnelle) : Comment orienter sa maison ?

 <p><b>durée</b></p>	1 h
 <p><b>matériel</b></p>	<p>Pour chaque groupe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une boîte de mouchoirs vide (toutes les boîtes doivent être identiques, en particulier de même couleur)</li> <li>• une plaque de verre ou, au pire, de plastique transparent (ou du papier cellophane)</li> <li>• un thermomètre</li> <li>• une boussole</li> </ul> <p>Pour la classe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en cas d'absence de soleil, un spot de 100 W</li> </ul>
 <p><b>objectifs</b></p>	Comprendre qu'une maison orientée au sud permet de mieux profiter de l'énergie du Soleil
 <p><b>compétences</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concevoir un dispositif expérimental permettant de répondre à un problème posé</li> <li>• Utiliser un thermomètre</li> </ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie
<b>lexique</b>	Orientation

### Prérequis

Cette séance nécessite que les élèves sachent comment le Soleil se déplace dans le ciel :

- il est plus haut en milieu de journée (le midi solaire) que le matin ou le soir ;
- il culmine au sud (si l'on est dans l'hémisphère Nord) ;
- il est plus haut en été qu'en hiver.

Si les élèves n'ont jamais étudié la course du Soleil, il est alors nécessaire d'y consacrer une ou deux séances. Il existe, sur le site de *La main à la pâte* ([www.lamap.fr](http://www.lamap.fr)) de nombreuses séquences pédagogiques qui permettent d'aborder ces notions très en détail. Pour une approche plus rapide, et suffisante ici, nous conseillons les séances 4 et 5 du projet « Vivre avec le Soleil ». Ces séances sont accessibles sur le site de *La main à la pâte* (rubrique « activités de classe », puis « astronomie/ciel, terre, univers », puis « Vivre avec le Soleil », puis « séquence 2 »)... ou directement à cette adresse : [http://www.lamap.fr/?Page\\_Id=6&Element\\_Id=916&DomainScienceType\\_Id=2&ThemeType\\_Id=2](http://www.lamap.fr/?Page_Id=6&Element_Id=916&DomainScienceType_Id=2&ThemeType_Id=2)

### Question initiale

Le maître revient sur le travail réalisé au début de cette séquence : *Nous voulions savoir comment on pouvait dépenser moins d'énergie pour le chauffage. On a vu que l'isolation était importante. Que pouvons-nous utiliser d'autre ? Y a-t-il un moyen de se chauffer sans dépenser d'énergie ?*

Parmi les réponses des enfants, on pourra retenir, entre autres : *On peut utiliser l'énergie du Soleil.* Plusieurs pistes sont alors possibles : utiliser l'énergie solaire pour chauffer la maison (baies vitrées...), pour produire de l'électricité (panneaux photovoltaïques) ou pour chauffer l'eau (chauffe-eau solaire).

#### Note pédagogique

La production d'électricité via l'utilisation de panneaux photovoltaïques n'est pas abordée dans le cadre de ce projet pour l'école primaire, car, à cet âge, les enfants ne peuvent pas comprendre

le mécanisme par lequel l'énergie solaire est transformée en énergie électrique. Les panneaux photovoltaïques sont alors une « boîte noire » dont ils ne peuvent que constater le fonctionnement, sans le comprendre.

L'enseignant demande alors aux élèves comment ils pensent utiliser l'énergie solaire pour chauffer la maison. Le rôle des ouvertures vitrées sera primordial ici. La classe peut décider, par exemple, de construire plusieurs « maisons » et de les exposer au soleil avec différentes orientations pour voir l'effet de celles-ci sur la température interne de la maison.

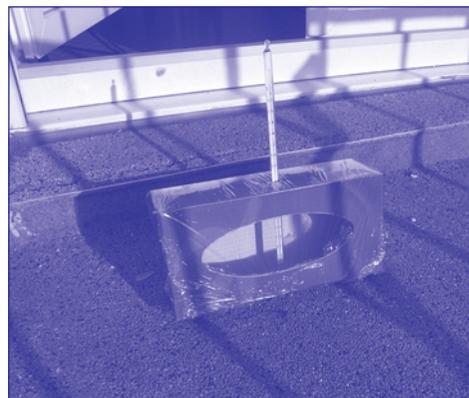
## Recherche (expérimentation)

Les élèves, répartis en groupes, testent l'importance de l'orientation de la « maison ». Ils fabriquent une maison très simple, par exemple avec une boîte de mouchoirs dont le trou est recouvert d'un plastique transparent qui sert de vitre.

Pour être plus réaliste, il convient de placer les vitres verticalement (comme un mur).

L'exposition doit être faite de préférence en milieu de journée, lorsque le Soleil est au plus haut. Au midi solaire, il est au sud (dans l'hémisphère Nord). La mesure de la température peut se faire en perçant un trou dans la boîte, de façon à pouvoir introduire le thermomètre sans l'ouvrir.

Les groupes laissent leurs boîtes une demi-heure (pendant ce temps, ils décrivent leur dispositif dans leur cahier d'expériences), puis notent la température.



Classe de CE2-CM1 d'Isabelle Salier et Muriel Levresse (Strasbourg)

## Mise en commun

Les « maisons » orientées au sud (c'est-à-dire dont les principales ouvertures sont orientées au sud) ont une température plus élevée que les autres. La classe en conclut que l'on peut profiter au maximum de l'énergie du Soleil si l'on oriente le logement au sud.

L'agencement intérieur des habitations est alors évoqué, en revenant sur les fonctions essentielles et accessoires de l'habitat (cf. séquence 1) : *Quelles sont les pièces pour lesquelles on a le plus besoin de lumière et d'une température agréable ? Comment répartir les différentes pièces pour profiter au mieux du Soleil ?*

La classe conclut que les pièces à vivre sont à privilégier (salon par exemple, qu'on orientera au sud), aux dépens des pièces « techniques » (garage, buanderie... qu'on orientera au nord).

### Note scientifique

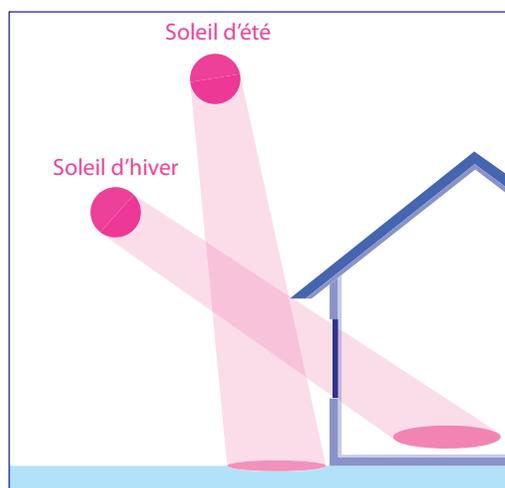
Ce constat mérite d'être nuancé : dans les régions très chaudes, où l'on cherche la fraîcheur plus que la chaleur, on aura plutôt intérêt à ne pas orienter la maison vers le Soleil ou à redimensionner les ouvertures. On peut revenir sur les habitats traditionnels en France ou dans le monde (séquence 1) pour voir comment ces contraintes étaient ou sont encore prises en compte.

## Recherche

Le maître alerte les élèves sur une difficulté : un logement comportant de larges baies vitrées orientées au sud risque de devenir très chaud en été. *Comment faire pour profiter de la chaleur du Soleil l'hiver et de ne pas en souffrir l'été ?*

Les élèves sont invités à répondre individuellement à cette question, par un schéma.

## Mise en commun



Les élèves mettent en commun leurs idées pour faire écran aux rayons du Soleil en été : certains imaginent des maisons tournantes, dont on peut modifier l'orientation à loisir. D'autres pensent à des dispositifs faisant écran à la lumière solaire : pergola, auvent, avancée de toit... On retiendra surtout ces dernières propositions, très faciles à mettre en œuvre et très efficaces. Il s'agit, par exemple, de faire avancer le toit de telle façon que, l'été (quand le Soleil est haut dans le ciel), les rayons frappent le toit et pas la vitre. L'hiver (quand le Soleil est plus bas dans le ciel), les rayons frappent la baie vitrée et réchauffent l'habitat.

La végétation intervient également dans la conception « bioclimatique » (cf. éclairage scientifique, pages 26-27).

## Conclusion

La classe élabore une conclusion collective qui peut être : *Orienter les baies vitrées au sud permet de profiter de l'énergie du Soleil. Afin de ne pas avoir trop chaud en été, il faut faire une avancée du toit au dessus des fenêtres.*

## Séance 3-5 : Comment chauffer de l'eau avec le Soleil ?

<b>durée</b> 	1 h 30 (avec une pause d'une heure au milieu)
<b>matériel</b> 	Pour la classe (pour les 3 séances qui suivent) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• rouleau adhésif</li> <li>• des plaques de plastique transparent (ou, à défaut, du film cellophane)</li> <li>• des miroirs ou du papier aluminium</li> <li>• des bouteilles d'eau</li> <li>• de l'eau</li> <li>• des thermomètres</li> <li>• des isolants : laine, liège, polystyrène...</li> <li>• des pinces à linge</li> <li>• de la peinture de différentes couleurs</li> <li>• des loupes</li> <li>• des récipients de différentes matières et différentes tailles (cartons, boîtes en plastique, casseroles, barquettes alimentaires en aluminium...)</li> <li>• tuyaux</li> <li>• colle néoprène ou autre colle forte à prise rapide (pour l'étanchéité)</li> <li>• petit outillage (ciseaux, cutters...)</li> </ul>
<b>objectifs</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir qu'on peut chauffer de l'eau avec le soleil</li> <li>• Savoir qu'une surface sombre se réchauffe davantage qu'une surface claire</li> <li>• Comprendre le fonctionnement d'une serre</li> </ul>
<b>compétences</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer des habiletés manuelles et techniques</li> <li>• Élaborer un protocole expérimental</li> </ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie
<b>lexique</b>	Énergie solaire

### Note pédagogique

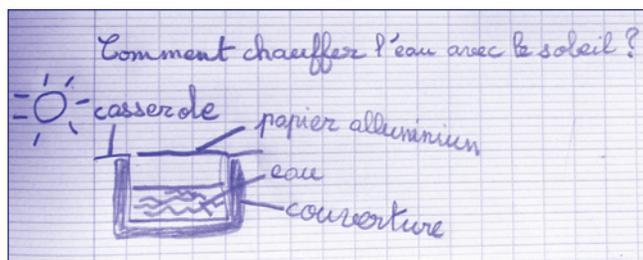
- Le thème des énergies renouvelables dans l'habitat est très riche et peut se prêter à de nombreuses investigations en classe : solaire photovoltaïque (production d'électricité), solaire thermique (chauffe-eau solaire, four solaire), éolien, biogaz, etc. Le présent projet n'a pas vocation à être exhaustif : les trois séances qui suivent montrent comment aborder le solaire thermique, à travers l'exemple du chauffe-eau solaire qui présente plusieurs avantages :
  - il est conceptuellement accessible aux élèves ;
  - il est réaliste (ce qu'on va fabriquer en classe ressemble beaucoup aux « vrais » chauffe-eau que l'on trouve dans le commerce) ;
  - il permet de bien travailler un des aspects clés de la démarche scientifique : la séparation des paramètres (couleur, matière, forme, présence ou pas d'isolant, etc.).
- L'éclairage scientifique (pages 30 et suivantes) donne plus d'informations sur l'emploi des énergies renouvelables dans l'habitat.
- Le site *La main à la pâte* ([www.lamap.fr](http://www.lamap.fr)) propose de nombreuses ressources pédagogiques pour aller plus loin sur ce thème.

## Question initiale

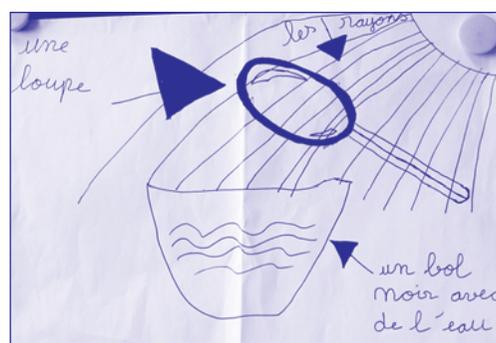
L'enseignant demande aux élèves (ou redemande, si cette idée a déjà émergé précédemment) si l'on peut utiliser l'énergie du Soleil pour chauffer de l'eau. Pour la plupart des élèves, la réponse est « oui » ; le travail s'oriente donc plutôt sur « comment le faire ».

## Recherche

Répartis en groupe, les élèves répondent à la consigne suivante : *Imaginez un dispositif permettant de montrer qu'il est possible de chauffer de l'eau avec le Soleil.*



Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)



Classe de CE2-CM1 d'Isabelle Salier et Muriel Levresse (Strasbourg)

## Mise en commun

Les propositions sont mises en commun, et l'enseignant fait ressortir les différents paramètres identifiés par les groupes. Certains, par exemple, pensent qu'il faut du noir parce que « le noir attire la chaleur », d'autres des loupes ou des miroirs pour « concentrer les rayons du Soleil », d'autres encore souhaitent un récipient en métal, pensant que cela se réchauffera davantage que du plastique, etc. Finalement, les différents paramètres que l'on peut identifier sont :

- La forme : est-il préférable d'avoir un récipient compact ou très étalé ?
- Le volume : mieux vaut-il chauffer un peu ou beaucoup d'eau à la fois ?
- La couleur : le noir est souvent mis en avant, mais certains élèves pensent à une couleur argentée (« comme un miroir ») ou, plus rarement, au rouge (la « couleur du feu »). Les récipients transparents sont aussi proposés car « ils laissent passer la lumière ».
- Matière : métal, plastique : lequel se réchauffera le plus vite ?
- Ouvert/fermé : faut-il fermer le récipient ? Si oui, avec un couvercle opaque ou transparent ?
- L'isolation : isoler les parois du récipient permet d'éviter que « la chaleur ne sorte par les côtés ». Est-ce que cela va permettre de mieux chauffer l'eau ?

### Note pédagogique

Si tous ces critères ne sont pas identifiés par les élèves, ça n'est pas grave : ils pourront y revenir lors de la prochaine séance (où l'on cherchera à chauffer de l'eau le plus efficacement possible).

## Recherche (expérimentation)

L'enseignant veille à ce que chaque élève soit conscient de la difficulté liée à la multiplicité des paramètres. Si l'on fait varier plusieurs paramètres à la fois (exemple : un récipient en métal de couleur argentée/un autre en plastique transparent), on ne peut rien conclure (est-ce le matériau ou la couleur qui a fait que le résultat était différent ?).

Il importe donc de tester chaque paramètre séparément.

Chaque groupe prend donc en charge le test d'un paramètre, et d'un seul. Il élabore un protocole de test et rédige un « bon de commande » indiquant le matériel dont il souhaite disposer. Une fois l'ensemble

validé par l'enseignant (la proposition doit permettre de répondre à la question qu'on se pose, et le bon de commande être compatible avec le matériel disponible), le groupe commence ses expériences.



La couleur



L'épaisseur



La forme



La matière



Ouvert ou fermé  
(métal)



Ouvert ou fermé  
(polystyrène)

Classe de CM2 de Christine Blaisot  
(Le Mesnil-Esnard)

Une météo ensoleillée est bien sûr indispensable ! Le temps d'exposition varie suivant le lieu, la saison, la météo, l'heure à laquelle on a commencé l'expérience... mais prévoir une heure est une bonne base de départ. L'important étant que tous les groupes commencent et terminent en même temps. Pendant ce temps, la classe peut vaquer à d'autres occupations...

## Mise en commun et conclusion

La mise en commun permet de vérifier l'importance des différents paramètres identifiés en début de séance. L'enseignant organise les résultats sous forme de tableau... par exemple :

Forme du récipient	Ouvert ou fermé	Volume d'eau	Matière	Couleur	Isolé
Étalé : 24 °C	Ouvert : 22 °C	10 cl : 25 °C	Plastique : 22 °C	Noir : 26 °C	Non : 24 °C
Compact : 22 °C	Fermé (couvercle transparent) : 26 °C	20 cl : 24 °C	Métal : 24 °C	Blanc : 21 °C	Oui (laine) : 25 °C
	Fermé (couvercle opaque) : 23 °C	30 cl : 23 °C	Verre : 24 °C	Argentée : 25 °C	
				Transparent : 21 °C	

Classe de CM2 de Christine Blaisot (Le Mesnil-Esnard)

La classe conclut donc qu'il est possible de chauffer l'eau avec le Soleil, et que certains paramètres sont importants à prendre en compte (couleur, forme, matière...) pour que ce chauffage soit efficace.

## Séance 3-6 : Concevoir un chauffe-eau solaire

 <b>durée</b>	1 h
 <b>matériel</b>	Idem séance précédente
 <b>objectifs</b>	Connaître les contraintes propres à la conception d'un chauffe-eau solaire : entrée/sortie, étanchéité, orientation...
 <b>compétences</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rédiger un cahier des charges</li> <li>• Développer des habiletés manuelles et techniques</li> <li>• Élaborer un protocole expérimental</li> </ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie
<b>lexique</b>	Chauffe-eau

### Question initiale

L'enseignant demande à la classe entière comment utiliser ce qui a été vu précédemment pour chauffer, le plus efficacement possible, de l'eau avec le Soleil.

Il s'agit de combiner les différents paramètres. On aura intérêt à :

- chauffer un faible volume d'eau à la fois ;
- prendre un récipient le plus « étalé possible » ;
- le peindre en noir (à l'intérieur) ou utiliser du papier aluminium ;
- en isoler les parois ;
- le recouvrir d'un couvercle transparent (verre, plastique, cellophane...).

#### Note pédagogique

Si tous ces paramètres n'ont pas été identifiés à la séance précédente, il est temps de les introduire !

### Recherche (expérimentation)

Les élèves, répartis par groupes, fabriquent un dispositif permettant de chauffer efficacement, à l'aide des paramètres ci-dessus (plus d'autres qui peuvent être introduits et discutés avec l'enseignant).

### Mise en commun

La mise en commun permet de constater qu'en combinant tous les paramètres au mieux, on peut chauffer l'eau de façon très efficace (plusieurs dizaines de degrés !).

L'enseignant demande alors aux élèves comment on peut chauffer l'eau, dans la maison, en prenant en compte toutes les contraintes liées à la fabrication d'un chauffe-eau : étanchéité, arrivée de l'eau froide, récupération de l'eau chaude, orientation, réglage du débit...

#### Note scientifique

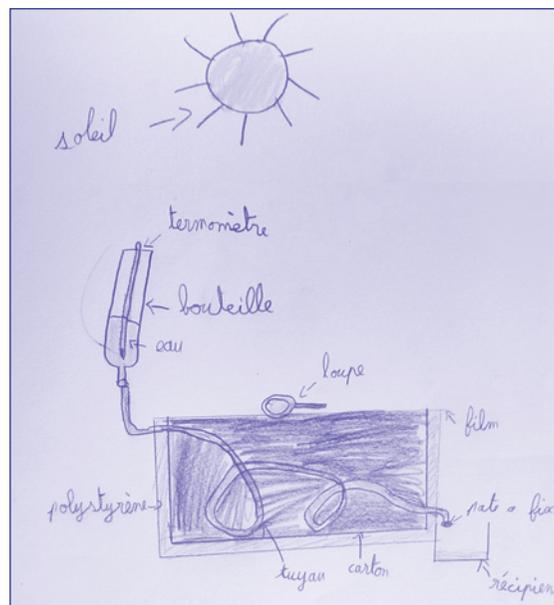
L'étanchéité peut être résolue en utilisant de la colle néoprène pour les jointures.

Le chauffe-eau solaire conçu par la classe comporte :

- un tuyau pour faire circuler l'eau. Pour que celle-ci reste le plus longtemps possible au soleil, sa circulation dans le dispositif doit être lente (tuyau fin, inclinaison faible, plusieurs allers-retours du tuyau enroulé sur lui-même...). Le tuyau est peint en noir ;
- une enceinte fermée à l'intérieur de laquelle circule le tuyau. L'intérieur du récipient est peint en noir ou recouvert de papier aluminium ;
- une paroi vitrée (ou constituée d'un film cellophane) ;
- toutes les autres parois isolées (laine, polystyrène, liège...) ;
- un récipient contenant l'eau froide en entrée ;
- un autre réceptionnant l'eau chaude en sortie ;
- un système permettant de régler le débit (robinet, pince à linge...).

## Trace écrite

Les élèves schématisent leur chauffe-eau sur leurs cahiers d'expériences.



*Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)*

## Séance 3-7 : Fabriquer et tester un chauffe-eau solaire

<b>durée</b> 	1 h 30 (+ une pause d'une heure au milieu)
<b>matériel</b> 	Identique à la séance précédente
<b>objectifs</b> 	Construire, tester et comparer les différents chauffe-eau solaires réalisés en classe
<b>compétences</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Savoir relever la trajectoire du Soleil par rapport au sol</li> <li>• Développer des habiletés manuelles et techniques</li> </ul>
<b>dominante</b>	Sciences et technologie

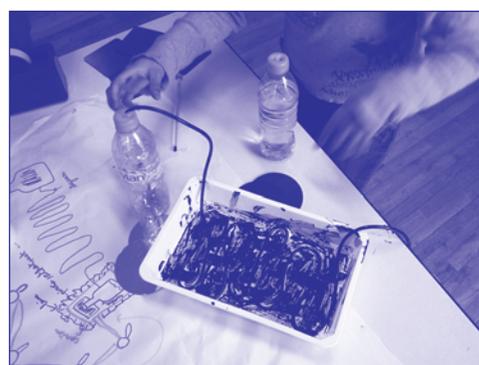
### Construction du chauffe-eau solaire

Les élèves, répartis par groupes, fabriquent leur chauffe-eau solaire selon les spécifications indiquées précédemment.

### Test des chauffe-eau solaires (expérimentation)

Si la météo s'y prête, les différents groupes vont tester leurs chauffe-eau dehors, en prenant soin de mesurer :

- la température de l'eau à l'entrée du dispositif ;
- la température de l'eau à la sortie du dispositif (après un temps d'exposition de quelques minutes à quelques dizaines de minutes).



Classe de CM1 de Kristophe Léonard (Lavelanet)



Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)

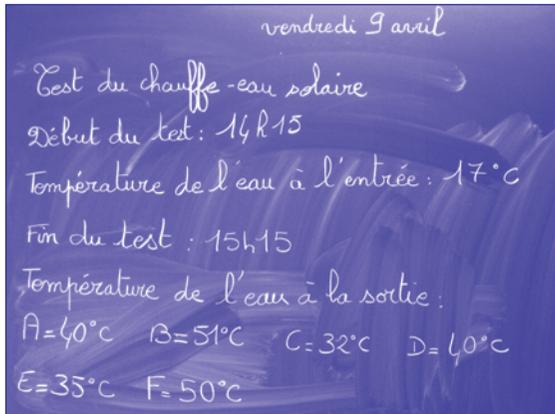
Idéalement, les tests ont lieu en milieu de journée (près du midi solaire : 14 h en France métropolitaine), de façon à bénéficier d'un ensoleillement maximal.

#### Note scientifique

Les chauffe-eau solaires conçus par les élèves ressemblent beaucoup aux « vrais » chauffe-eau solaires utilisés dans l'habitat. La seule différence significative est que dans un chauffe-eau solaire du commerce, on utilise un fluide intermédiaire (calorporteur) au lieu de chauffer l'eau sanitaire directement. Pour plus d'informations, voir l'éclairage scientifique, page 30.

## Mise en commun

La montée en température est très rapide : au bout de quelques minutes, on perçoit déjà « au toucher » que l'eau à la sortie est plus chaude qu'à l'entrée. Après un temps d'exposition de quelques dizaines de minutes à une heure, les températures atteintes peuvent être impressionnantes : 50 °C,



Classe de CM1 d'Emmanuelle Wilgenbus (Antony)

voire 60 °C pour les systèmes les plus efficaces (bonne isolation, double vitrage sur la face exposée au soleil, bonnes inclinaison et orientation, tuyau peint en noir, etc.).

De retour en classe, on compare les résultats des différents groupes, en essayant de comprendre pourquoi certains chauffe-eau « marchent » mieux que d'autres. Ca n'est pas toujours facile !

Le maître demande aux élèves pour quels usages on a besoin d'eau chaude (le bain, la douche, la vaisselle...), et quelle est la température usuelle. Tous les élèves ayant des petits frères ou petites sœurs savent que l'eau du bain ne doit pas dépasser

37 °C, par exemple.

On en conclut que les chauffe-eau que nous avons fabriqués sont suffisamment efficaces pour répondre aux besoins domestiques.

## Conclusion

La conclusion, élaborée collectivement, est notée dans les cahiers et sur l'affiche de la classe :

On peut chauffer l'eau grâce à l'énergie du Soleil. Cette énergie est gratuite, inépuisable et non polluante !

### Note scientifique

- Cette conclusion, suffisante pour l'école primaire, pourrait être nuancée car l'énergie solaire n'a pas un impact nul sur l'environnement : les matériaux utilisés pour la fabrication du chauffe-eau solaire, par exemple, devraient être pris en compte. Néanmoins, cet impact reste très limité et l'énergie solaire est une excellente solution pour l'habitat (voir l'éclairage scientifique page 30 et suivantes).
- A l'échelle d'une ville, et non plus d'un habitat, d'autres solutions sont également intéressantes : l'énergie hydraulique ou éolienne par exemple.

### Prolongements

- D'autres éléments peuvent être pris en compte pour l'étude du chauffe-eau solaire : double vitrage, thermosiphon pour la circulation de l'eau, comparaison avec d'autres dispositifs de chauffage de l'eau, application grandeur nature au cas de l'école... Ce sujet peut constituer en soi un projet de plusieurs semaines ! Nous renvoyons l'enseignant à l'excellent dossier de Christine Blaisot, intitulé *Chauffer de l'eau grâce au Soleil : est-ce possible ? est-ce valable ?*, et lauréat du prix *La main à la pâte* en 2007. Le dossier est disponible sur le site [www.lamap.fr](http://www.lamap.fr) (rubrique « activités de classe » puis « énergie »).
- Ce travail peut également être prolongé par l'étude d'un « vrai » chauffe-eau solaire.

## Fiche X – Séance 3-3

### Consigne :

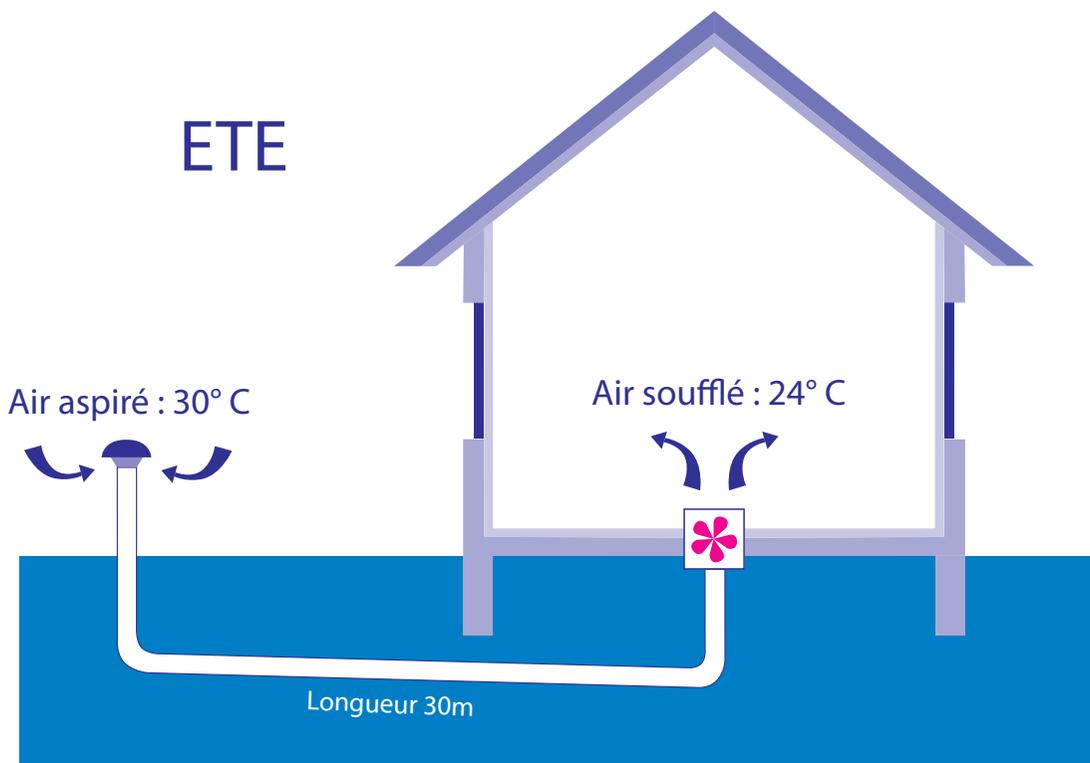
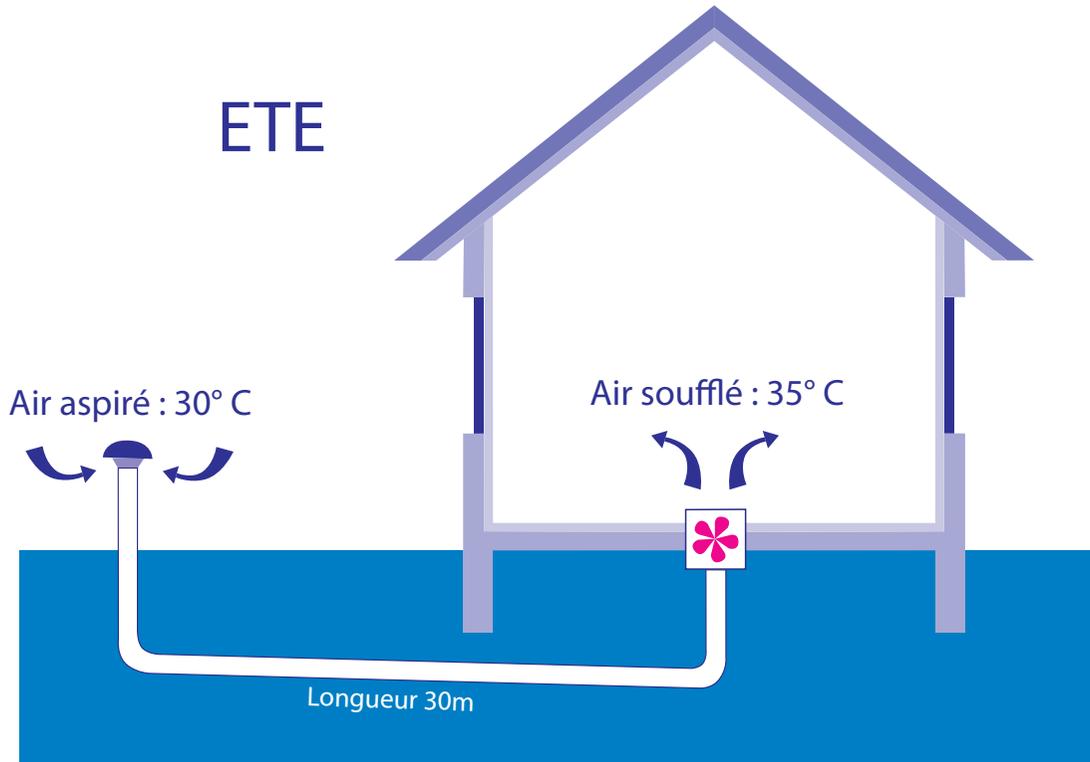
Un habitant du sud de la France a mesuré la température à différentes profondeurs dans le sol de son jardin.

- Pour les mois les plus froids (décembre, janvier, février) : Comment évolue la température quand on s'enfonce sous terre ? Fait-il plus froid ? moins froid ?
- Pour les mois les plus chauds (juin, juillet, août) : Comment évolue la température quand on s'enfonce sous terre ? Fait-il plus chaud ? moins chaud ?
- L'amplitude thermique (la différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid) est, en surface :  $23,6 - 5,6 = 18 \text{ °C}$ . Calcule l'amplitude thermique à 1,5 m de profondeur.

Profondeur	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
0 (surface)	5,6	7,0	10,5	13,7	17,3	21,0	23,6	22,7	20,0	15,3	9,8	5,7
50 cm	6,9	7,5	8,1	11,5	14,7	18,3	20,3	20,8	19,1	15,4	11,8	8,6
150 cm	9,5	9,1	9,2	10,8	13,0	15,7	18,2	19,0	18,9	16,1	14,0	11,1

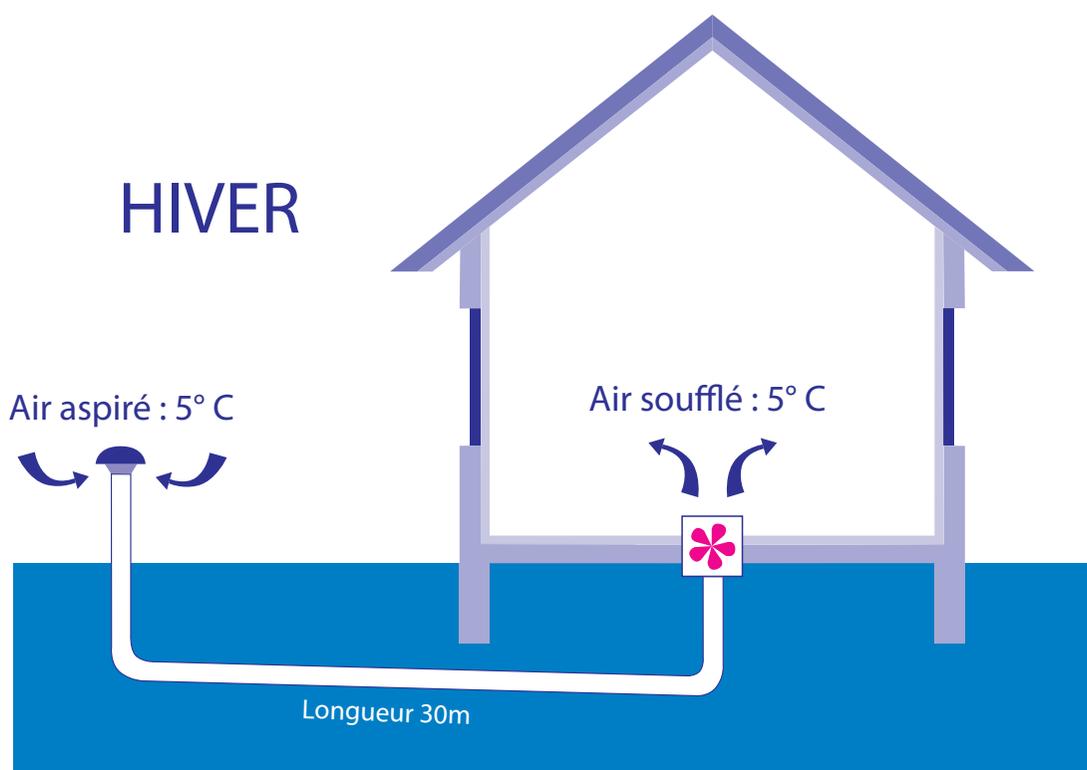
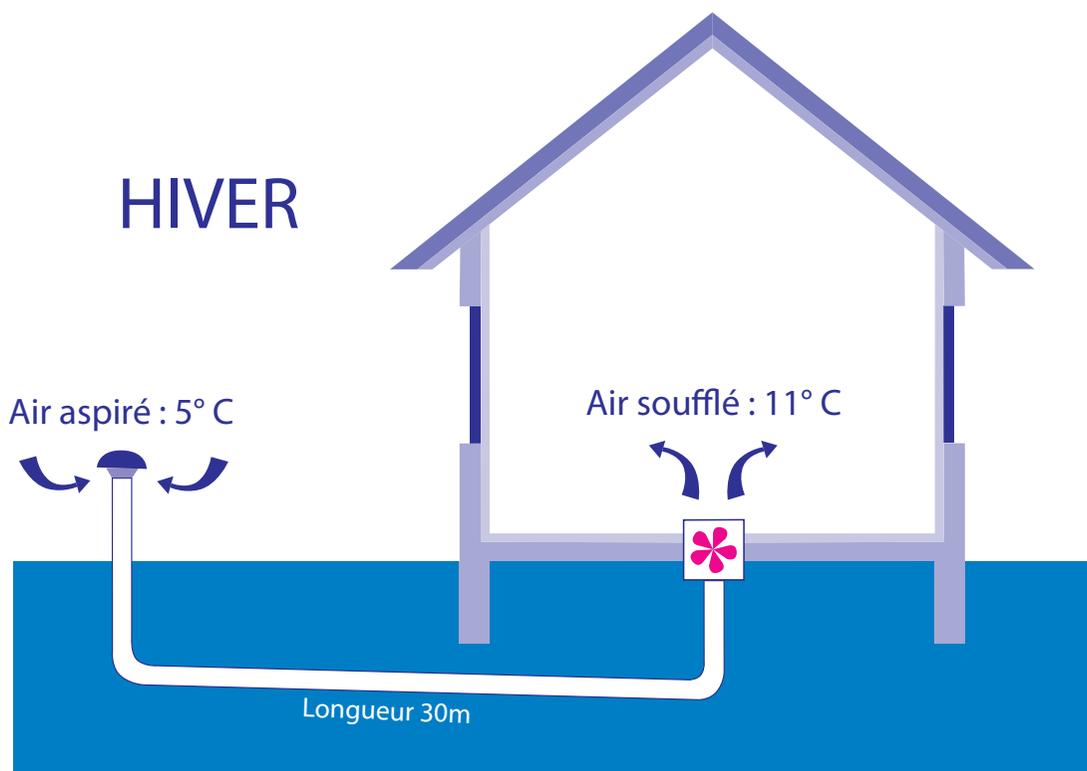
**Consigne :**

- Parmi ces deux schémas, l'un est juste, l'autre est faux. Trouve lequel est juste.
- Pour le schéma juste : écris dessous le principe de fonctionnement.
- Pour le schéma faux : écris dessous pourquoi il est faux.

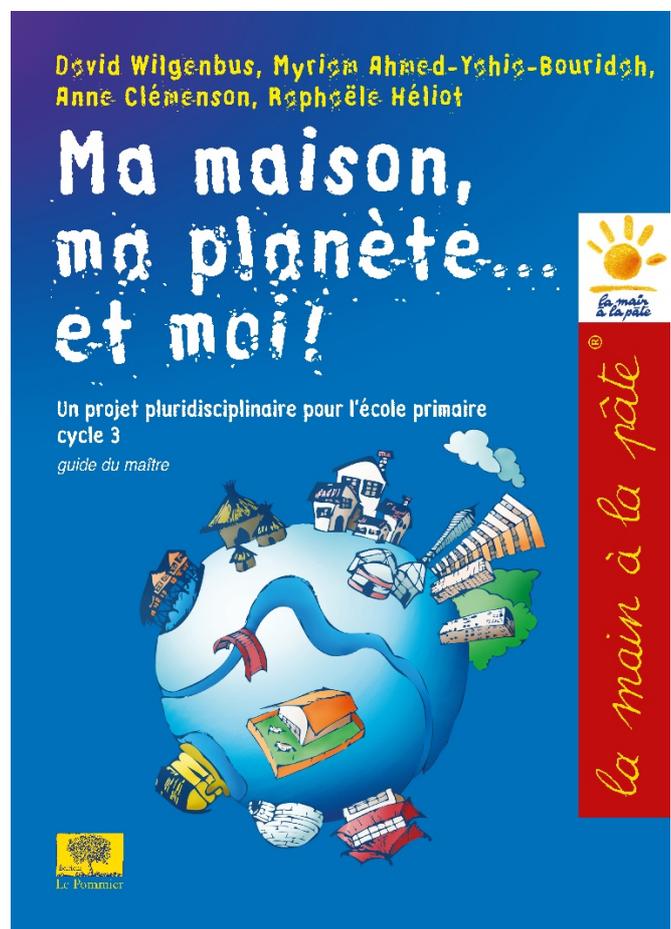


**Consigne :**

- Parmi ces deux schémas, l'un est juste, l'autre est faux. Trouve lequel est juste.
- Pour le schéma juste : écris dessous le principe de fonctionnement.
- Pour le schéma faux : écris dessous pourquoi il est faux.



Cette ressource est issue du projet thématique *Ma maison, ma planète... et moi !*, paru aux Éditions Le Pommier.



**David Wilgenbus, Myriam Ahmed-Yahia-Bouridah, Anne Clémenson, Raphaële Héliot**

# Ma maison, ma planète... et moi!

Un projet pluridisciplinaire pour l'école primaire cycle 3  
guide du maître

*la main à la pâte*

Le Pommier

**Un projet d'éducation au développement durable (EOD)**  
Chaque jour, la population mondiale s'accroît de plus de 200 000 personnes... En 2050, notre planète comptera vraisemblablement plus de neuf milliards de Terriens ! Si nous ne voulons pas que, couplée à l'urbanisation croissante de la population, cette explosion démographique implique un épuisement des ressources naturelles, une accélération du changement climatique et une réduction de la biodiversité, il est aujourd'hui essentiel de revoir notre conception de l'habitat et de la ville. *Ma maison, ma planète... et moi !* vise à sensibiliser enseignants, enfants et parents aux aspects environnementaux, sociaux et sanitaires de l'habitat. Il contient un module d'activités clés en main sur l'éco-habitat ainsi que des éclairages scientifiques et pédagogiques pour le maître. Au cours de ce travail pluridisciplinaire, les élèves étudient comment les sociétés d'hier et d'aujourd'hui ont répondu aux différents besoins liés au logement, prennent conscience des impacts de l'habitat sur l'environnement et comprennent que des pratiques de construction plus écologiques sont possibles. Ils envisagent tous les aspects d'un habitat écologique, travaillant sur la maîtrise de l'énergie, les matériaux, la forme des bâtiments, la gestion de l'eau et le lien entre l'habitat et le quartier. Nous pouvons mieux habiter la Terre !

**Les auteurs :**  
David Wilgenbus, astrophysicien, équipe *La main à la pâte*, coordinateur.  
Myriam Ahmed-Yahia-Bouridah, enseignante, maître-formatrice, directrice d'école.  
Anne Clémenson, enseignante, maître-formatrice.  
Raphaële Héliot, architecte, formatrice en éco-construction.

*la main à la pâte*

Lancée en 1996 par Georges Charpak, prix Nobel de physique, avec le soutien de l'Académie des sciences et du ministère de l'Éducation nationale, *La main à la pâte* vise à promouvoir à l'école primaire un enseignement de science et de technologie de qualité : <http://www.lamap.fr>

Avec le soutien de :

imprimé sur du papier certifié FSC

090506 15 €

9 762746 503049 Diffusion Boite

Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

## Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes  
75006 Paris  
01 85 08 71 79  
contact@fondation-lamap.org

Site : [www.fondation-lamap.org](http://www.fondation-lamap.org)

 FONDATION  
**La main à la pâte**  
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE