

DE L'ENERGIE SCOLAIRE, POUR L'ENERGIE SOLAIRE !



Une démarche expérimentale pour construire des fours solaires

La Maison de la Nature du Sundgau est un Centre d'Initiation à la Nature et à l'Environnement (CINE).

Située dans le village d'Altenach dans le sud de l'Alsace, la Maison de la Nature du Sundgau propose des activités pédagogiques de la maternelle au lycée, afin de découvrir la nature et l'environnement.

Nos objectifs :

- permettre aux enfants de découvrir les richesses du patrimoine naturel, bâti et culturel du Sundgau, en leur transmettant des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être,
- utiliser l'environnement comme support pédagogique privilégié, en mettant en oeuvre des démarches pluridisciplinaires,
- mettre à disposition des enseignants un pôle de ressources et d'informations en environnement.

Ses bâtiments sont conçus pour accueillir des classes. Les animateurs, qualifiés en sciences de la nature et en pédagogie interviennent également dans les écoles.

Les thèmes abordés peuvent être naturalistes (la forêt, la haie, la mare, la rivière, les oiseaux...) ou plus environnementaux (l'énergie, l'eau, les déchets, l'air...).

Les formes proposées sont :

- les cycles d'animation (saisons...),
- les classes scientifiques (classe rivière, classe forêt...),
- les accueils à la journée,
- les campagnes thématiques (SAGE, ma rivière, Mon chouette paysage...),
- les projets longs (réalisation d'un jardin à l'école...),
- les projets en allemand...

La Maison de la Nature du Sundgau propose des manifestations, des sorties, des conférences, des ateliers pratiques, ou des expositions pour toute la famille. Son terrain de découverte permet aux visiteurs de se familiariser avec ses installations (le jardin en carré, la spirale aromatique, la cabane en saule...) et avec la nature environnante (la mare, le vieux saule, la haie....). De plus, elle réalise des centres de loisirs et des camps pour les jeunes ainsi que des formations pour adulte en environnement appliqué.

Si vous souhaitez recevoir des renseignements, contactez-nous !



Dessin : Dominique BEKIARIAN

Maison de la Nature du Sundgau

Rue Sainte Barbe

68210 Altenach

Tel : 03.89.08.07.50.

Fax : 03.89.08.07.55.

www.maison-nature-sundgau.org

mail : contact@maison-nature-sundgau.org



Nos partenaires

La réalisation de ce compte-rendu pédagogique s'inscrit dans la réalisation d'un projet pédagogique sur l'énergie réalisé par la Maison de la Nature du Sundgau, programme financé par :

- *La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Alsace*
- *Le programme « **Protéger l'environnement J'adhère** ».*
- ***Le Rectorat de Strasbourg** dans le cadre des « Actions Educatives et Innovantes à Caractère Scientifique et Technique ».*

Table

Remerciements	6
Résumé du projet	7
Avertissement	7
1- Pourquoi une classe scientifique sur l'énergie solaire ?	8
1.1. Origine du projet	8
1.2. La démarche scientifique expérimentale	8
1.3. Le thème de l'énergie solaire	11
2- La définition et la préparation du projet	12
2.1. La préparation	12
2.2. La durée, l'articulation du projet	12
2.3. Les objectifs généraux	13
2.4. L'encadrement	14
2.4. Les lieux de travail	15
2.5. Des outils pédagogiques	15
2.6. L'organisation en petits groupes	15
2.7. L'alternance	15
2.8. Le déroulement du projet	16
3. Le déroulement du projet	22
Séquence 0 : Entrer dans le projet	22
Séquence 1 : Recueil des présentations initiales	22
Séquence 3 : échange autour des OBSERVATIONS	28
Séquence 4 : apports et échanges autour des énergies et du soleil	33
Séquence 5 : démarche et définition des paramètres nécessaires à la réalisation des expériences	35
Séquence 6 : définition des EXPERIENCES	38
Séquence 7 : apports autour du soleil,	39
Séquence 8 : évaluation intermédiaire	39
Séquence 9 : Réalisation des expériences	40

Séquence 11 : INTERPRETATION des résultats.	54
Séquence 12 : CONCLUSION, plan du four	56
Séquence 14 : Arrivée à la Maison de la Nature	60
Séquence 15 : Réalisation des fours	62
Séquence 16 : Evaluation individuelle des notions acquises	64
Séquence 17 : Finitions des constructions	65
Séquence 18 : Apports complémentaires, élargissement	65
Séquence « supplémentaire » : essais des fours	66

4.Discussion	67
--------------	----

Quelques citations pour conclure...	79
-------------------------------------	----

Remerciements

Tous nos remerciements pour votre aide et votre participation active à ce projet !

Gilbert NASS, enseignant à l'école d'Altkirch, qui a été à l'origine du projet et qui l'a conduit avec beaucoup d'implication et professionnalisme. Sans cette implication ce projet n'aurait pas pu être réalisé.

Frédéric Ruch, spécialiste des énergies renouvelable qui nous a fourni le cuiseur « professionnel », qui nous a accompagné avec cœur lors de son montage et qui est intervenu lors de la dernière séance.

Aux parents accompagnateurs et à Camille, stagiaire à la Maison de la nature qui nous ont prêté mains fortes lors de la construction des fours et qui nous ont permis de pouvoir les réaliser de manière confortable.

Conception et réalisation du projet

Gilbert NASS, Julien GRUNENWALD,
Peggy WOLF

Coordination générale du projet

Eric AUSILIO

Rédaction du compte-rendu

Peggy WOLF, Gilbert NASS

Photos

Gilbert NASS, Maison de la Nature du
Sundgau

Merci pour leur relecture

François JAECKEL

Résumé du projet

Au printemps 2010, la classe de CE2-CM1 de M. Gilbert NASS à Altkirch, dans le Haut-Rhin, vit avec les animateurs de la Maison de la Nature du Sundgau un projet de 9 demi-journées sur le thème de l'énergie solaire. Il s'agit d'arriver, au final, à construire un four solaire fonctionnel.

La conception et la réalisation de ce four seront l'aboutissement d'une véritable démarche scientifique, faite d'observations de l'énergie envoyée par le soleil, de questionnements sur la meilleure façon de capter cette énergie, d'hypothèses et d'expérimentations nombreuses permettant de vérifier ou d'infirmer ces hypothèses.

L'ensemble de ces connaissances acquises par l'expérimentation permettra aux enfants de définir les conditions à mettre en œuvre (matériaux et couleurs utilisés, meilleure manière de capter et de réfléchir les rayons, meilleure manière de conserver la chaleur produite,...) pour réussir à faire cuire des aliments (au minimum des œufs !) dans ce four.

Avertissement

Ce rapport décrit les différentes étapes d'un projet pédagogique dont l'objectif était de faire pratiquer la démarche expérimentale à une classe de primaire. Il le présente de son montage à sa retransmission en passant par son déroulement. C'est un exemple de ce qui peut être réalisé en la matière. C'est pourquoi, nous insisterons sur la pratique de la démarche expérimentale et sur ce qu'elle a apporté au projet mais aussi sur les difficultés que nous avons rencontrées pour sa mise en œuvre et toutes les réflexions qu'elle a engendrées.

En espérant qu'il vous aide dans vos projets...

1- Pourquoi une classe scientifique sur l'énergie solaire ?

1.1. Origine du projet

M. Gilbert Nass : « Cette idée a trouvé naissance dans la tête d'un de mes élèves de l'année dernière, qui suite à un travail sur les énergies que j'avais mené avec la classe, avait proposé qu'on essaie de construire un four solaire. Nous étions à la fin de l'année scolaire et nous avons entrepris plusieurs séances de tâtonnement expérimental. Le résultat final était plutôt positif, mais l'envie m'est venue alors, de reprendre cette idée, en l'inscrivant complètement dans une démarche scientifique où le questionnement, les hypothèses, l'expérimentation, la confrontation auraient leur place... un peu dans la même optique du travail réalisé en 2001 avec des animateurs de la Maison de la Nature d'Altenach (cf compte rendu pédagogique « je, tu, il, larguons les amarres »).

Pour réaliser ce projet avec lui, l'enseignant a pris contact avec les animateurs de la Maison de la Nature du Sundgau, lors de la rentrée 2009/2010.

1.2. La démarche scientifique expérimentale

Il existe dans l'éducation à l'environnement une pléthore de méthodes pédagogiques différentes. Qu'elles soient ludiques, naturalistes ou encore expérimentales elles interviennent toutes dans des cadres précis. Lors d'interventions dans les classes le pédagogue panache ensuite ces méthodes afin d'atteindre ses objectifs.

Dans cette expérience pédagogique, nous avons privilégié la méthode scientifique (ensemble des processus visant à l'apport de connaissances scientifiques) et plus particulièrement la démarche expérimentale (méthode visant à répondre à une ou plusieurs questions par l'expérience). Il existe de nombreuses variations autour de la démarche scientifique, discutés aujourd'hui encore par de nombreux théoriciens des sciences ou de la pédagogie. Dans notre projet, les enfants ont vécu une forme simplifiée de la démarche expérimentale selon le modèle simplifié « OHERIC » défini par les six étapes suivantes :

- L'OBSERVATION :** Il s'agit de réaliser des mesures et des observations en lien avec le réel sur le sujet. Les observations peuvent être triées, classées, comparées, regroupées pour que des questions émergent.
- LES HYPOTHESES :** A partir des questions sont élaborées des réponses possibles : ce sont les hypothèses.
- LES EXPERIENCES :** Afin de vérifier les hypothèses émises, des expériences sont imaginées préparées puis réalisées.
- LES RESULTATS :** Les expériences aboutissent à des résultats bruts. Ils sont traités mathématiquement ou graphiquement pour faciliter leur interprétation.
- L'INTERPRETATION :** Les résultats ou données sont lus, traduits ou interprétés : leur signification est discutée. Les résultats peuvent également servir de base à l'élaboration d'un modèle mathématique applicable à d'autres cas.
- LA CONCLUSION :** Les interprétations confirment ou infirment les hypothèses imaginées. Suivant la conclusion la problématique est élargie.

Dans notre cas, la démarche s'est conclue par la construction d'un four solaire. Dans des cas plus complexes, la conclusion peut être le point de départ de nouvelles questions qui, à leur tour, entraînent de nouvelles hypothèses et de nouvelles expériences...

* Les phrases en gras italiques sont extraites d'un texte de J.F Castell : « Nature de la Science et Science de la Nature » (L'élan n°2, Aloïse, 1997)

Si la démarche « OHERIC » décrite ci-dessus est quelques fois discutée pour différentes raisons (notamment pour l'aspect idéalisé de la démarche) il est toutefois indéniable qu'elle présente des intérêts très importants en tant que pédagogie active. :

« Son objectif principal consiste à susciter une confrontation entre des faits observés et la représentation que l'enfant ou l'adolescent peut avoir d'un phénomène étudié. C'est de cette confrontation, et donc de la remise en cause de ses propres représentations, que naît chez l'enfant un questionnement dont les réponses peuvent être fournies par l'invention d'une expérience.

Sans cette confrontation, la réalisation d'une expérience scientifique n'a qu'un intérêt relativement restreint. C'est un TP (travail pratique) dont le sens n'est pas forcément perçu par l'enfant et dont la réalisation, même ratée, aboutie inmanquablement aux conclusions qu'attend l'enseignant et que l'on connaît à priori. Lorsqu'il pratique la démarche expérimentale, l'enfant est dans une situation où il construit son savoir, aussi ténu soit-il, plutôt qu'on le lui transmette. Il répond aux questions qu'il se pose et non qu'on lui pose*. »

Il est finalement dans la situation d'un chercheur scientifique dont le travail consiste à remettre en cause les hypothèses généralement admises pour en formuler de plus pertinentes. Ainsi, il élabore de nouveaux modèles qui permettront une interprétation du monde plus compatible avec les faits observés. Le chercheur travaille pour accroître le savoir d'une société. L'enfant, lui, accroît son propre savoir et bouscule ses représentations du monde.

Enfin, la démarche expérimentale développe le sens du raisonnement et de la critique et finalement, peut s'appliquer à la résolution de beaucoup de problèmes du quotidien. Plus important encore, les enfants sont les citoyens de demain. Face à ce qu'ils verront, entendront ou liront, ils devront avoir l'esprit critique, savoir poser un problème et prendre du recul pour pouvoir prendre position.

1.3. Le thème de l'énergie solaire

La démarche expérimentale se nourrit de l'observation du réel. Le thème de l'énergie solaire peut donc faire peur car l'étoile solaire n'est pas observable directement elle est lointaine et a donc une part d'abstraction. Mais en y regardant de plus près on s'aperçoit que les effets, directs ou indirects, du soleil sont bien présents dans la vie de tous les jours. C'est ce que nous avons voulu montrer aux enfants dès le premier jour. Arriver à fabriquer un four solaire en passant par la démarche expérimentale est finalement assez facile car l'on peut s'appuyer sur des observations précises liées aux constructions ou expériences des enfants.

L'utilisation de l'énergie solaire et d'autres énergies renouvelables est une alternative à l'utilisation d'énergies non renouvelables et souvent polluantes. Il paraît donc très intéressant de faire découvrir cette énergie aux enfants mais plutôt que de leur présenter, ils vivront par eux même son utilisation. Au-delà des discours d'adultes « pro » et des « anti » « énergie solaire » les enfants, à leur niveau, se confronteront à la réalité de l'utilisation thermique de cette énergie. Ils pourront ainsi juger par eux-même de son intérêt pour cuire les aliments par exemple.

Enfin, ce thème permet de s'intéresser au soleil en tant qu'étoile et de découvrir quel est son fonctionnement et son rôle dans le système solaire.

2- La définition et la préparation du projet

2.1. La préparation

La préparation d'un projet de telle ampleur demande une concertation importante au sein de la communauté éducative inhérente au projet. Ainsi deux importantes rencontres préparatoires, et un contact régulier par mails ou téléphone ont été nécessaires.

La première réunion d'octobre a permis de définir les grandes lignes du projet et de déposer les demandes de financement. Nous avons ensuite réparti le travail préparatoire entre les membres de l'équipe : recherches d'information sur la réalisation de fours solaires, sur les démarches déjà entreprises, sur les supports pédagogiques existants et plus généralement sur le soleil).

Lors de la seconde réunion, le déroulement prévisionnel du projet est **défini précisément** à partir des grandes lignes et de l'avancement des recherches de chacun. Les objectifs des séquences et leur déroulement sont **pleinement approuvés** par tous les membres de l'équipe pédagogique. Ce travail long et fastidieux est un **élément indispensable de la cohésion de l'équipe** lors de la semaine.

Enfin, lors de la réalisation du projet, une réunion entre tous les membres de l'équipe permet après chaque séance d'évaluer la journée, adapter le déroulement et se répartir le travail.

2.2. La durée, l'articulation du projet

Le projet s'est articulé autour de 9 demi-journées d'intervention de deux animateurs de la Maison de la Nature du Sundgau. Ces interventions se sont étalées sur un mois. Cette durée nous paraît intéressante pour deux raisons : elle nous semble assez courte pour garder le dynamisme et la motivation des enfants impliqués dans le projet mais aussi suffisamment longue pour permettre d'intercaler des temps d'assimilations, principalement au début du projet.

L'enseignant a ainsi pu réaliser avec les élèves un travail de structuration écrite (plus rarement à l'oral) individuel, en petit groupe ou de manière collective. Ce travail est capital pour la cohésion générale du projet et une réelle acquisition des thématiques traités par les animateurs.

D'un aspect plus pratique ce temps nous a aussi permis d'adapter nos interventions suivant le vécu de la séance précédente de préparer sereinement le matériel.

2.3. Les objectifs généraux

Les deux objectifs principaux du projet sont :

- D'initier les enfants à la démarche scientifique expérimentale, dans toutes ses phases.
- De leur faire prendre conscience de l'importance de l'utilité de l'énergie solaire au travers de la réalisation d'un four solaire.

Et de manière complémentaire :

- De leur faire découvrir l'étoile soleil.
- D'aborder les enjeux pour l'homme de l'utilisation de l'énergie solaire et plus largement des énergies renouvelables.

Des objectifs plus précis liés aux différentes séquences d'animation seront présentés au fur et à mesure de la description du projet. Ceux présentés ci-après sont les objectifs transversaux à de nombreuses activités. Ce projet est donc tout d'abord placé dans le domaine des sciences expérimentales et technologiques.

Voici les objectifs visés par ce projet tirés du B.O. du 19 juin 2008, nouveaux programmes d'enseignement à l'école primaire.

- Faire saisir aux élèves la distinction entre faits et hypothèses vérifiables.
- Faire pratiquer la démarche expérimentale et particulièrement les phases d'observation, de questionnement, d'expérimentation et d'argumentation.
- Familiarisés avec une approche sensible de la nature, les élèves apprennent à être responsables face à l'environnement. Ils comprennent que le développement durable correspond aux besoins des générations actuelles et futures.

Les capacités requises dans le domaine du français sont :

- Savoir prendre des notes, rédiger des comptes-rendus d'expériences,
- savoir prendre la parole et expliquer de manière compréhensible son idée ou son avis,
- savoir écouter la parole de l'autre ;
- savoir présenter par différents supports écrits (panneaux, informatique), le fruit du travail réalisé ;
- savoir lire et mettre en œuvre des notices, des modes d'emploi ;

Dans le domaine des mathématiques :

- savoir construire, lire des tableaux de relevés de mesures ;
- savoir comparer des résultats obtenus ;
- savoir vérifier avec les outils adéquats (calculatrice,...) la justesse des résultats ;
- savoir effectuer des calculs simples (différences de t°, de durées,...) ;
- approcher en géométrie la notion d'angles réfléchis (rayons du soleil) ;

Dans le domaine des pratiques artistiques et technologiques :

- acquisition de savoirs et techniques spécifiques à la construction de l'objet « four solaire ».

2.4. L'encadrement

Pour le bon déroulement du projet, un encadrement en nombre suffisant nous paraissait essentiel. **En plus de l'enseignant, deux animateurs** de la Maison de la Nature du Sundgau étaient présents pour la quasi totalité des séquences. Le contexte (la présence d'un animateur volontaire à la Maison de la Nature) nous a permis d'avoir cet encadrement sans surcoût. Il nous a semblé important d'avoir cet encadrement pour pouvoir suivre le travail des groupes de manière sereine.

L'enseignant attend des apports techniques et scientifiques de la part des animateurs de la Maison de la Nature du Sundgau. Il souhaite aussi profiter d'animations utilisant une pédagogie active et ludique que ces animateurs sont habitués à employer et qu'un encadrement plus important rend possible.

2.4. Les lieux de travail

Tout au long de la semaine, différents lieux furent investis en fonction des besoins.

- **La salle de classe:** pour les activités ne demandant ni trop de place ni trop de matériel.
- **La cour d'école, la salle de sport de l'école :** pour les expérimentations, la zone a été délimitée par des plots et de la corde de chantier pour que les enfants de toute l'école n'y aient pas accès. Nous avons également utilisé la cour pour des jeux de mise en situation ou d'évaluation qui ont permis de changer de rythme.
- **La Maison de la Nature du Sundgau :** pour avoir plus de place en intérieur lors de la réalisation de fours, pour présenter des installations solaires et photovoltaïques.

2.5. Des outils pédagogiques

Les outils pédagogiques ou les jeux que nous avons utilisés ont tous été créés pour le projet.

2.6. L'organisation en petits groupes

Tous les travaux pratiques furent réalisés en petits groupes de cinq. La composition de leurs membres fut conservée tout au long du projet

2.7. L'alternance

Comme indiqué plus haut, les deux objectifs principaux étaient d'arriver à la construction de fours solaires fonctionnels et de réaliser une démarche expérimentale. Cependant, pour pouvoir répondre à d'autres objectifs de connaissance du soleil et de l'énergie solaire mais aussi pour varier les rythmes et faire appel à d'autres capacités de la part des enfants, l'équipe pédagogique a ponctuellement utilisé d'autres approches que l'approche scientifique (ludiques, artistiques, frontales ou didactiques...) tout au long du projet.

2.8. Le déroulement du projet

Les tableaux qui suivent présentent les séances réalisées avec les animateurs. Les séances réalisées par l'enseignant seul ne sont pas transmises ici mais elles ont eut leur importance (voir discussion de fin).

Tableau de déroulement synthétique du projet

Dates	Titre	Déroulement
Journée 27 mai	Présentation du projet Observations	<ul style="list-style-type: none">• Prise de contact• Recueil des représentations initiales et découverte du soleil dans la vie de tous les jours.• Construction libre de complexes permettant de chauffer l'eau au maximum en utilisant l'énergie solaire
Matinée 7 juin	Hypothèses Méthodologie	<ul style="list-style-type: none">• Questionnement et émission d'hypothèses à partir des observations faites sur les constructions• Définition d'une méthode et des paramètres à tester.• Imagination d'expériences permettant de répondre à leurs questions
Matinée 8 juin	Expériences	<ul style="list-style-type: none">• Mise en oeuvre des expériences imaginées pour répondre au questionnement.
Matinée 10 juin	Résultats Interprétation	<ul style="list-style-type: none">• Recueil des résultats des expériences.• Discussion et application de ces résultats au four que l'on va construire.
Journée 14 juin	Construction des fours	<ul style="list-style-type: none">• Construction des fours à partir du protocole défini la séance précédente
Journée 15 juin	Finition des fours Evaluation Ouverture	<ul style="list-style-type: none">• Finition des fours• Evaluation : QCM• Ouverture : découverte des autres énergies et comment elles sont utilisées par l'homme grâce à de petites expérimentations

Tableaux de déroulement détaillé du projet :

Jeudi 27 mai						
Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séquence	Page
Salle de classe	L'enseignant Deux animateurs	Entrer dans le projet...	Des posters sur le soleil et sur les énergies sont installés dans la salle de cours pour symboliser le démarrage du projet. Ils seront laissés au mur tout les temps du projet. Présentation du projet...	10'	0	
		Faire exprimer les représentations initiales de chacun. Engager la discussion au sein de la classe. Prendre conscience de la diversité des idées sur le « soleil ». Faire appel au vécu des enfants pour visualiser la place du soleil dans le quotidien.	1. <u>Mots jetés</u> : les enfants reçoivent une fiche. Ils ne doivent remplir que la première partie où il leur est demandé d'écrire deux mots qu'ils associent au soleil. Chaque enfant énonce ses deux mots. Chaque mot est noté au tableau. Discussion. 2. <u>Questionnaire</u> : les enfants remplissent un questionnaire où il leur est demandé de s'exprimer au sujet du soleil et se souvenir de moments où ils ont ressenti son action.	40'	1	
Cours d'école		Expérimenter de manière libre. Créer. Engager les échanges au sein des petits groupes. Se poser des questions.	Les enfants sont répartis dans 5 groupes. Ils ont pour consigne d'essayer de chauffer l'eau en n'utilisant que l'énergie solaire. Les enfants discutent par groupe sur le montage qu'ils souhaitent réaliser. Puis chaque groupe choisit le matériel dont il aura besoin (des contenants de différentes formes, couleurs, matières, des outils de mesure : thermomètres, lux mètre, et d'autres outils pouvant leur être utiles : loupe, miroir, papier de différentes couleurs, papier alu...). Les constructions sont laissées au soleil quelques heures	1h00	2	
Repas de midi						

Salle de classe	L'enseignant Deux animateurs	<p>Mesurer les résultats obtenus lors des premières expérimentations.</p> <p>Manipuler et se familiariser avec l'utilisation du matériel scientifique (thermomètre, lux mètre).</p>	<p>Les enfants prennent les mesures de température de l'eau. Les résultats des expériences sont notés.</p> <p>Chaque groupe partage sa façon de procéder avec le reste de la classe.</p>	45'	3	
		<p>Echanger au sein de la classe</p> <p>Découvrir les conditions d'une démarche scientifique et exercer sa rigueur !</p> <p>Mettre en avant les paramètres qui influent l'utilisation de l'énergie solaire.</p>	<p>Les résultats et les remarques des enfants sont notés au tableau. On essaye de tirer des conclusions.</p> <p>A partir d'une discussion nous devons aboutir à la conclusion que les résultats de nos expériences ne sont pas exploitables mais qu'elles nous permettent tout de même de préciser notre questionnement...</p> <p>Cependant nos expériences et ce que nous avons vécu nous permettent de savoir plus précisément les paramètres qui permettent d'influer sur l'utilisation de l'énergie solaire.</p>	45'		
		<p>Apporter des informations complémentaires sur le soleil.</p> <p>Mieux connaître le système solaire.</p> <p>Aborder plus largement la notion « d'énergie »</p> <p>Prendre conscience de l'impact de la présence du soleil dans la vie de tous les jours.</p> <p>Faire émerger des questions complémentaires à celle qui proviennent de l'expérimentation.</p>	<p>Sous forme d'ateliers tournant les élèves découvrent différentes facettes du soleil et des énergies :</p> <p>+ A partir de photos, les enfants découvrent l'omniprésence du soleil et ses impacts dans la vie de tous les jours et l'importance de certains paramètres : l'isolation, l'effet de serre... Discussion, commencement d'émission d'hypothèses.</p> <p>+ Les enfants recherchent des informations sur le système solaire dans des livres. Ils essayent de retrouver la taille du soleil et des planètes et la distance qui les séparent. Ils mettent ces distances à l'échelle humaine.</p> <p>+ A partir d'une discussion et de mimes sur leur utilisation d'énergie dans leur vie de tous les jours, les enfants essayent de définir ce qu'est une énergie.</p>	20'	4	
				20'		

Lundi 7 juin matin						
Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séq.	Page
Salle de classe	L'enseignant Deux animateurs	Se remémorer la séance précédente. Echanger sur ce que les enfants ont fait avec l'enseignant.	Rappel au tableau des questions posées la séance précédentes. Définition d'un paramètre et des obligations nécessaires au bon fonctionnement d'une expérience. Reformulation des questions que nous nous étions posées la première séance pour aboutir aux paramètres auxquels elles correspondent.	30'	5	
		Imaginer des expériences, mettre en place un protocole détaillé. Retransmettre sur une fiche les informations nécessaires au bon déroulement de l'expérimentation S'organiser en groupe.	Les enfants sont répartis par groupe. Chaque groupe imagine une expérience pour confirmer ou non son hypothèse concernant un des paramètres. Ils reçoivent une fiche sur laquelle ils notent : <ul style="list-style-type: none"> le paramètre étudié le matériel nécessaire le protocole détaillé 	1h30	6	
		Compléter l'apport d'informations sur le soleil. Percevoir ce qui se passe à l'intérieur du soleil.	Visionnage d'un bout du film « C'est pas sorcier » sur le soleil en tant qu'étoile. Jeu coopératif représentant grossièrement la fusion nucléaire qui a lieu à l'intérieur du soleil.	20'	7	
		S'aérer l'esprit après le rude début de matinée passé à réfléchir aux expérimentations. Evaluer ce dont les enfants se souviennent et ce qu'ils ont compris avant de poursuivre.	Mini évaluation ludique (vrai faux) servant de rappel sur les paramètres que nous avons déterminés.	20'	8	

Mardi 8 juin matin

Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séq.	Page
Cour d'école	L'enseignant Deux animateurs	Mettre en œuvre les expériences. Manipuler du matériel scientifique. Travailler en groupe. Restituer les informations à l'écrit.	Les enfants sont en groupes et réalisent les expériences qu'ils ont imaginées la veille. Ils restituent leurs réponses sur une fiche. Pour pouvoir avoir des résultats plus probants les expériences seront laissées au soleil puis les résultats à nouveau échangés en fin de journée	2h00	9	
		Restituer à l'oral le résultat de son expérience.	Chaque groupe présente son travail et son résultat provisoire à l'ensemble de la classe.	45'	10	

Jeudi 10 juin matin

Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séq.	Page
Salle de classe	L'enseignant Deux animateurs	Synthétiser les résultats des expériences.	Les résultats des expériences que les enfants avaient réalisées sont mis en commun. Les hypothèses sont vérifiées. Bilan et synthèse générale.	30'	11	
Salle de sport		Comprendre comment les rayons du soleil se réfléchissent.	Expérience sur la réflexion des rayons du soleil. Bilan de l'expérience.	45'	12	
Salle de classe		Synthétiser les informations individuelles pour arriver à un cahier des charges permettant de construire un four solaire performant.	Grâce aux expériences les enfants ont pu répondre à leurs hypothèses. Reste maintenant à appliquer ces réponses à la question : comment faire un four solaire ??? Les réponses concrètes sont notées au tableau : forme et couleur du fond, forme et couleur du contenant.... Nous arrivons à un cahier des charges commun de notre four.	30'	13	
		Imaginer et dessiner son four. Mutualiser les propositions concrètes des enfants les soumettre aux contraintes matérielles.	Chaque enfant dessine et imagine son four. Les idées sont confrontées à la réalité (coût, fonctionnalité, matériaux, solidité...). Les meilleures idées sont mutualisées au tableau pour arriver à un modèle de mini four pour chaque enfant	45' 30'		

Lundi 14 juin journée						
Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séq.	Page
Maison de la Nature du Sundgau	L'enseignant	Montrer de vrais panneaux solaires et les installations utilisant des énergies renouvelables de la Maison de la Nature.	Visite de la Maison de la Nature du Sundgau et ses installations « bioclimatiques ». Les enfants rencontrent Frédéric Ruch qui fait ses études dans le domaine du « Génie Thermique et Energétique ».	1h00	14	
	Deux animateurs	Suivre un cahier des charges, un protocole.	Chaque enfant construit son four solaire à partir du « four idéal » que nous avons défini la séance précédente.	3h00	15	
	Un intervenant extérieur	Utiliser du matériel de bricolage.				
	Une stagiaire	Travailler le bois et utiliser des outils de bricolage.	En parallèle, par petits groupes, les enfants participent à la réalisation du four collectif.	1h30		
	Un parent					

Mardi 15 juin journée						
Lieu	Encadrement	Objectifs	Déroulement	Durée	Séq.	Page
Salle de classe	L'enseignant	Evaluer les acquis notionnels des enfants.	Les enfants remplissent individuellement un questionnaire à choix multiples reprenant les notions apprises tout au long du projet.	30'	16	
		Finaliser la construction des fours.	Les enfants terminent leur four.	1h30	17	
		Pause repas				
	Deux animateurs	Comprendre le processus de l'effet de serre sous forme ludique.	Jeu de mise en situation représentation de l'effet de serre.	30'	18	
	Une stagiaire Un intervenant extérieur	Découvrir les autres sources d'énergie et leur utilisation par l'homme.	Les enfants énoncent les autres énergies ou sources d'énergie qu'ils connaissent puis ils testent d'autres moyens de créer de l'énergie par de petites manipulations : - énergie hydraulique avec turbine sous un arrosoir - énergie éolienne - énergie « humaine » : vélo et la dynamo - énergie solaire photovoltaïque et thermique - centrale au gaz Ils découvrent ainsi la notion de source d'énergie primaire, de transformateur et de consommateur. On complète la notion d'énergie renouvelable.	1h30		

3. Le déroulement du projet

1^{ère} demi-journée
Jeudi 27 mai

Objectifs de la séquence

- ✓ Entrer dans le projet...
- ✓ Engager la discussion au sein du groupe
- ✓ Percevoir l'image qu'ont les enfants du soleil
- ✓ Faire exprimer les représentations initiales de chacun
- ✓ Poser les premières interrogations
- ✓ Faire appel au vécu des enfants pour visualiser la place du soleil dans le quotidien

Objectif pédagogique

- ✓ Prendre conscience de la diversité des idées sur le soleil.

Séquence 0 : Entrer dans le projet

Nous affichons avant l'arrivée des enfants de beaux posters présentant les différentes énergies dont le soleil. Les enfants les découvrent avec étonnement et intérêt dès le premier jour. Ils resteront affichés durant tout le projet. Puis un animateur présente rapidement la teneur du projet aux enfants sans parler pour l'instant de four solaire.

Ces posters matérialisent l'entrée de la classe dans le projet. Tout le projet, hormis une journée, se déroule dans l'école, lieu commun ou routinier pour les enfants. Ces posters ont donc pour but de montrer que quelque chose d'original et de nouveau va se passer sur un temps défini et que même si l'on reste à l'école le fonctionnement va un peu changer. Nous espérons aussi qu'ils stimulent la curiosité des enfants.

Séquence 1 : Recueil des présentations initiales

L'objectif de cette première séquence est de faire émerger les représentations initiales des enfants afin de percevoir leur vision et leur niveau de connaissance sur le soleil.

Deux techniques sont utilisées :

Les mots jetés

Chaque élève se voit recevoir une fiche sur laquelle il doit, tout d'abord, donner deux mots qu'il associe au soleil. Ces deux mots nous permettent d'avoir une image facilement exploitable de leur vision du soleil. L'animateur recueille les mots des enfants en les notant au tableau, puis les regroupe par idée. Les mots sont discutés avec les enfants : « y a-t-il des mots que vous ne comprenez pas ? » « Pourquoi certains mots ont-ils été regroupés ? ».

Même s'il n'y a pas de grande diversité dans les mots recueillis, ils nous permettent toutefois de prendre conscience que les enfants ont déjà des connaissances précises. Nous arrivons à une vision commune du soleil très intéressante. Nous ne relevons pas pour l'instant les visions erronées que nous nous attacherons à rectifier plus tard dans le projet.

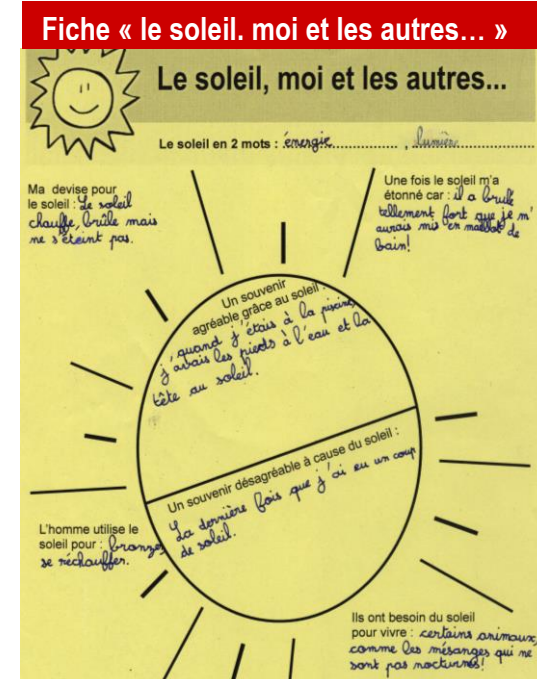
La fiche « le soleil, moi et les autres... »

Les enfants remplissent individuellement une feuille qui fait appel à leur représentation du soleil et à leur vécu. Une partie des questions permet de faire appel aux souvenirs individuels des enfants. Ceux-là mettent en avance l'omniprésence du soleil dans notre vie quotidienne alors qu'il est paradoxalement inaccessible : ils permettent ainsi de se rapprocher du soleil, de matérialiser en quelque sorte cet astre si proche et si lointain à la fois.

Enfin, ces questions apportent des éléments de discussion future ainsi qu'une idée des perceptions qu'ont les enfants du soleil.

Résultat de l'activité de mot jeté : « soleil »

Energie (11)	four (solaire)
Chaleur (11)	
Chaud	panneau (solaire)
<u>Soleil</u>	
	Solaire (8)
Temps (météo)	feu
ensoleillé	flamme
lumière (2)	



Synthèse et interprétations des représentations initiales des enfants sur le soleil.

Mots, phrases des enfants	Domaines	Interprétations
Chaleur Chaud Le soleil a chauffé la mer, la piscine La voiture était brûlante Il sert à se réchauffer	Le soleil chauffe	Ces représentations provenant de plus de la moitié de la classe font appel au vécu des enfants. Les enfants ont bien conscience que le soleil chauffe. Ils ont également le souvenir de voitures brûlantes que nous réutiliserons lors de l'illustration de la notion d'effet de serre.
Lumière	Le soleil brille	Nous tenterons d'aborder le lien entre la lumière émise par le soleil et la chaleur produite.
Energie	Le soleil produit de l'énergie	L'utilisation de ce mot par la moitié de la classe nous étonne beaucoup. Nous nous demandons si les enfants connaissent la signification de ce mot. Nous projetons de le définir avec eux dans la journée.
Temps Ensoleillé	Le soleil a un impact sur la météo	Nous verrons dans notre projet que nous devrons faire avec la météo pour pouvoir utiliser l'énergie solaire...
Flamme Feu	La composition et le fonctionnement du soleil	Nous constatons après discussion que pour eux le soleil est un énorme feu, et les rayons en sont ses flammes. Cette représentation initiale ne sera pas contredite immédiatement mais sera abordée dans la suite du projet.
Four (solaire) Panneau solaire Produire de l'électricité	Le soleil utilisé par l'homme	Nous percevons là que certains enfants savent qu'au-delà de la production de chaleur, l'homme peut utiliser le soleil pour produire de l'électricité !
J'étais à la piscine, à la mer Pour faire du vélo Pour bronzer mais coup de soleil	Les activités liées à la présence du soleil	Les enfants ont beaucoup de souvenirs agréables ou désagréables liés au soleil. Ils permettent de mettre en avant l'importance du soleil dans la vie quotidienne.
Une éclipse	Le soleil dans le système solaire	Nous aborderons rapidement dans le projet le fonctionnement du système solaire.
Les animaux et les humains ont besoin du soleil	L'intérêt du soleil pour les animaux	Thématique très intéressante de l'intérêt du soleil pour les plantes par rapport aux animaux mais nous faisons le choix de ne pas l'aborder dans le projet. D'une part parce que nous la jugeons éloignée du projet d'autre part parce qu'elle est trop vaste pour le temps qui nous est imparti.
Les plantes (le blé, le maïs) ont besoin du soleil	L'intérêt du soleil pour les plantes	

SSéquence 2 : expérimentations libres (OBSERVATION)

Objectifs de la séquence

- ✓ Laisser les enfants expérimenter de manière libre et créer.
- ✓ Engager les échanges au sein des petits groupes.
- ✓ Poser les premières interrogations

Objectifs pédagogiques

- ✓ Travailler en groupe
- ✓ Mesurer les résultats obtenus lors des premières expérimentations.
- ✓ Se familiariser avec l'utilisation du matériel scientifique (thermomètre, luxmètre) en le manipulant.

Notre idée originale était de demander aux enfants s'ils pensent que l'on peut chauffer de l'eau avec le soleil. Au vu du recueil des représentations initiales, nous ne sommes pas étonnés de constater que pour eux c'est évident que OUI !!! Nous décidons alors de reformuler notre question : **« Comment chauffer au mieux une certaine quantité d'eau ? ».**

Nous proposons aux enfants de se répartir en cinq groupes. Puis chaque groupe imagine un montage qui selon eux permettrait de chauffer au mieux l'eau grâce au soleil. Ils remplissent une première fiche sur laquelle ils décrivent leur montage accompagné d'un schéma et de la liste du matériel qu'ils projettent d'utiliser.

Pour ce faire nous leur mettons à disposition une grande diversité de matériel. Ce matériel n'est pas choisi au hasard. Nous l'avons sélectionné afin qu'il réponde à deux critères. Le premier c'est qu'il doit être suffisamment riche afin qu'il ne soit pas limitant pour la créativité des enfants. Le second c'est qu'il doit pouvoir mettre en évidence certains paramètres que nous exploiterons par la suite. Les enfants sont également invités à rapporter du matériel de la vie courante. Enfin nous mettrons également à disposition thermomètres et luxmètres pour que les enfants puissent se familiariser à l'utilisation de ces instruments de mesure et en comprennent l'intérêt.

Matériel que nous fournissons	Matériel apporté par les enfants
<ul style="list-style-type: none"> • loupe • miroir • papier de différentes couleurs, feuille plastique transparent • papier aluminium • récipient de différentes formes et matières • récipients transparents (verre, plastique) de différentes formes 	<ul style="list-style-type: none"> • Boîtes à chaussure • Boîtes de conserve • Carton/ journaux • Bouteilles d'eau de lait • Polystyrène • Laine, tissus
<ul style="list-style-type: none"> • thermomètres • luxmètres 	
<ul style="list-style-type: none"> • colle • ciseaux 	

Fiche récapitulant chaque première expérimentation



Est-ce possible de chauffer de l'eau avec le soleil?

Date :
Nom des élèves de l'équipe :

Le problème, la question :

.....
.....
.....

Le matériel :

.....
.....
.....
.....

Le schéma :

Le déroulement de l'expérience :

.....
.....
.....

Résultats :

.....
.....
.....

Vos déductions :

.....
.....
.....

Maison de la nature du Sundgau

La mise en pratique se déroule le premier jour après la récréation directement dans la cour de l'école ! C'est une joyeuse effervescence. Les enfants rassemblent, scotchent, découpent, plient, déplient, et surtout parlent beaucoup, échangent, négocient, proposent, supposent, parient, pensent,... « Le métal tout le monde sait que ça chauffe » « Oui mais, le verre aussi parce qu'il fait chaud dans la voiture » « pour que le soleil passe il faut que ce soit transparent » « à midi le soleil sera là », autant de phrases illustrant la richesse des échanges lors de ce temps. Ils mesurent aussi avec des thermomètres, des luxmètres, la température de l'eau, l'intensité de la lumière. Et c'est ainsi pendant près d'1h20 !

Grâce à ces premières expérimentations libres, les enfants se confrontent à la **réalité** : celle du soleil (pas forcément au rendez vous, ou « mal » orienté...), celle des matériaux (qu'on ne peut pas toujours utiliser comme on l'imaginait, qui ne donnent pas les résultats escomptés....) et même celle du groupe (on doit se mettre d'accord, tout le monde n'a pas le même avis !). Ces premières expérimentations « sauvages » auront l'immense avantage de faire mettre « la main à la pâte » à tout le monde, et de soulever un tas d'interrogations, telles que: « *Mais est-ce que c'est comme ça qu'il fallait faire ? Est-ce qu'il fallait utiliser ce matériau ?....* » .

Les enfants montrent un réel enthousiasme ainsi qu'un vif intérêt pour cette étape. Nous leur laissons le temps d'affiner et de faire évoluer leurs expériences sans qu'ils ne s'éloignent de l'objectif que nous nous étions fixés pour cette séquence. Parallèlement au travail des enfants nous nous déplaçons de manière libre entre les différents groupes et notons les éléments intéressants à utiliser ultérieurement.

Ainsi nous remarquons tout d'abord que dans l'excitation du bricolage ils font varier plusieurs paramètres en cours d'expérience et utilisent le matériel de mesure de manière peu rigoureuse en sortant, par exemple, le thermomètre de l'eau pour lire sa température. Nous constatons donc ce que nous supposions : ils leur manque de la rigueur méthodologique. Cette observation nous fait prendre conscience de l'importance de clarifier ce savoir-faire avant de réaliser les futures expérimentations, afin d'avoir des résultats utilisables..

Ensuite nous prenons soin de noter les premiers questionnements des enfants que nous utiliserons lors d'une séquence à venir.

Les enfants expérimentent dans la cour d'école.



Ils s'organisent par groupe.



Voici un détail des raisons pour lesquelles, selon nous, les enfants ont tant apprécié cette séquence :

Eléments importants	Organisation matérielle	Fonction de l'animateur
Ils travaillent en équipe	Les groupes sont un peu éloignés entre eux pour favoriser la discussion dans les groupes et ne pas faire d'interférence entre les groupes.	L'animateur est garant de la bonne entente entre les enfants. Il aide à régler un problème de communication au sein du groupe en animant la discussion : reformule, fait reformuler, clarifie en posant des questions, organise la prise de parole, s'assure que tous sont d'accord...
Ils ont suffisamment de place	Faire les manipulations dans la cour d'école par exemple en délimitant physiquement la zone.	L'animateur propose aux différents groupes de se répartir dans l'espace.
Ils sont libres de créer et ont de l'autonomie.	Les lieux d'expérimentations sont répartis autour d'une table sur laquelle est posé le matériel complémentaire que les enfants pourront utiliser si besoin.	L'animateur dose son intervention auprès des enfants afin de les laisser libres d'expérimenter à leur manière. Nous intervenons pour les aider, à leur demande, pour résoudre un souci technique.
	Une quantité suffisante de matériels est mis à leur disposition.	

2^{ème} demi-journée Jeudi 27 mai

Objectifs de la séquence

- ✓ *Echanger au sein de la classe.*
- ✓ *Se poser des questions à partir de l'analyse des premières expérimentations*
- ✓ *Mettre en avant les paramètres qui influent l'utilisation de l'énergie solaire.*
- ✓ *Emettre des hypothèses pour répondre aux questions*

Objectifs pédagogiques

- ✓ *Apprendre à avoir une démarche scientifique et exercer sa rigueur !*


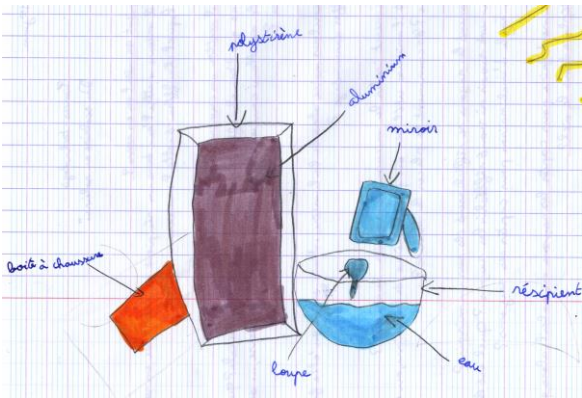

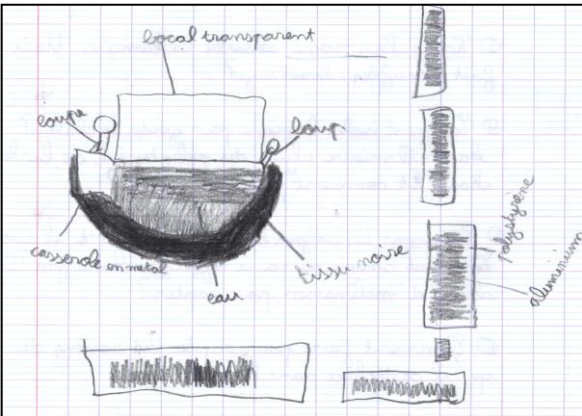
Séquence 3 : échange autour des OBSERVATIONS


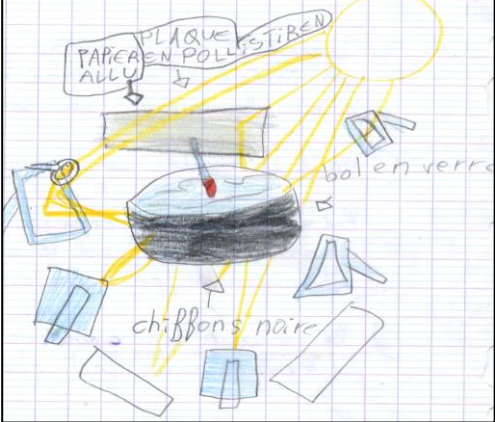

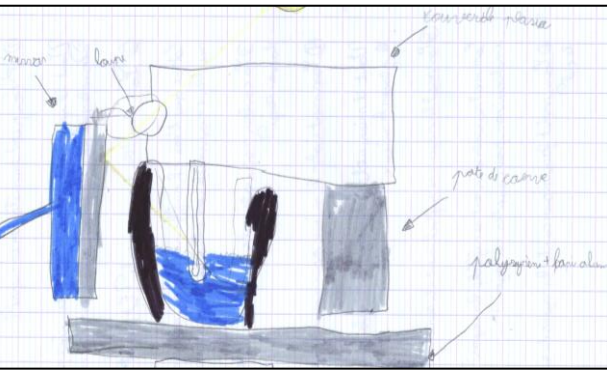

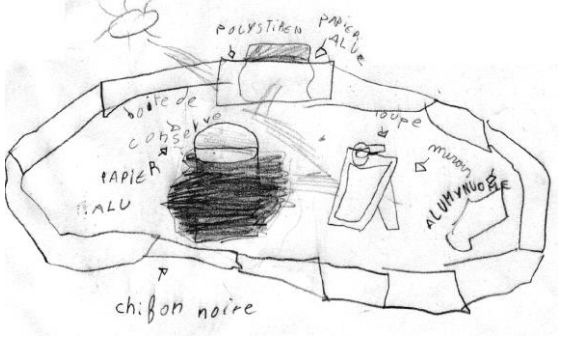
En début d'après-midi chaque groupe présente son travail à l'ensemble de la classe. Apparaissent alors une série de questions et de remarques des enfants qui amènent à une discussion ouverte extrêmement riche. Bien sûr, les animateurs se gardent bien d'apporter des réponses.

Le tableau qui suit présente chaque expérimentation, les schémas effectués par les enfants ainsi que leurs remarques importantes.

Présentation des premières expériences et échanges



Photo des constructions libres	Schémas réalisés par les enfants	T°	Description et échantillon de remarques de chaque groupe
		24°C	<p>De l'eau dans un saladier, posé sur de l'aluminium, avec des loupes disposées autour et un panneau solaire fait de polystyrène blanc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'aluminium réchauffe l'eau • On a fait des trous dans le polystyrène pour faire passer les rayons • On a posé une toile blanche sur le saladier pour garder la chaleur • On a visé l'eau avec des loupes
		26°C	<p>Un saladier en métal entouré de tissu noir un réflecteur en papier aluminium et un loupe.</p> <ul style="list-style-type: none"> • On a mis un tissu noir tout autour du saladier pour garder la chaleur • La température extérieure est elle importante ? • Le métal chauffe plus

		<p>Un saladier en verre sous un couvercle de plastique transparent, une loupe et des réflecteurs en papier alu et miroir.</p> <ul style="list-style-type: none"> • On a mis du métal pour garder la chaleur <p>26,6°C</p>
		<p>Un ballon de verre disposé dans un saladier en métal recouvert d'aluminium, un miroir et un panneau blanc réfléchissant les rayons du soleil</p> <ul style="list-style-type: none"> • est-ce que le couvercle transparent sur le récipient empêche la chaleur d'entrer ? • on a mis un couvercle pour garder la chaleur à l'intérieur <p>27°C</p>
		<p>Des « panneaux solaires en alu » et un miroir, disposés autour d'un récipient emballé dans de l'aluminium et dans un chiffon.</p> <ul style="list-style-type: none"> • si on met de l'aluminium sur l'eau est ce que les rayons peuvent arriver dans l'eau ? • on a installé des réflecteurs à différents endroits en prévision des mouvements du soleil <p>22°C</p>

Suite à nos observations dans les groupes et après cette première phase de discussion nous remarquons que :

- Les enfants pensent déjà que la couleur du récipient est importante, voire que le noir est celle qui « chauffe » le plus,
- Ils ont tout naturellement pris en compte l'orientation de leurs installations,
- Ils savent que les rayons du soleil se réfléchissent : tous les groupes ont utilisé la réflexion des rayons dans leur expérience,
- qu'ils essayent de « garder la chaleur » en mettant des toiles ou du tissu autour des installations ou encore essayent de faire entrer les rayons sans les faire « ressortir ».

Nous remarquons tout d'abord qu'il leur est difficile de nommer ce sur quoi ils agissent : l'isolation et « l'effet de serre » deux notions qu'ils confondent de surcroît. C'est une discussion à partir de l'observation de leur montage qui nous permet de différencier ces deux paramètres importants.

De plus, à partir de cette discussion, nous comprenons qu'il faudra également bien différencier « chaleur » et « lumière » apportées par le soleil.

Après la discussion libre nous proposons de comparer les températures des constructions. Lorsque nous demandons aux enfants d'expliquer les différences de résultats entre les installations il leur est très difficile voire impossible de répondre. En effet, leurs constructions étaient très dissemblables : beaucoup de paramètres différenciaient, les installations changeaient au cours du temps.

Nous arrivons cependant à la conclusion qu'il faudra faire d'autres expérimentations pour pouvoir répondre à nos questions. Nous devons maintenant définir précisément à quelles questions elles devront répondre. De retour en salle chaque élève note sur une feuille blanche les questions qu'il se pose encore et ce qu'il pense être vrai (hypothèse).

A partir de ces réflexions individuelles, une discussion collective permet de recueillir les questions et les hypothèses des enfants au tableau.

Voici les questions et les hypothèses recueillies lors de cette mise en commun :

Ensemble de Questions	Question synthétique obtenue par les enfants après discussion collective	Hypothèses
Le noir garde-t-il la chaleur mieux que le rouge ?	La couleur du récipient ou du fond a-t-elle une importance pour absorber la chaleur ?	Oui, elle a une importance : la couleur noire garde la chaleur Le noir absorbe, il faut entourer le métal de noir pour prendre la chaleur Il faut du noir car il attire le soleil
Est-ce que le tissu retient la chaleur, comment l'utiliser ? Comment peut-on utiliser la laine ? Pour isoler ? Comment pouvons contenir la chaleur ?	Comment isoler le mieux pour garder la chaleur dans le récipient d'eau ?	Il faut isoler le four solaire avec la laine de verre.
Quel est le meilleur couvercle ? Est-ce qu'un couvercle transparent laisse passer la lumière et ne la laisse pas sortir ? Est-ce qu'on doit mettre un couvercle transparent sur le récipient ? Faut-il mettre un couvercle ou pas ? La lumière peut-elle traverser le verre ? Que met-on pour couvercle : du métal, de l'aluminium ou du verre ? Quel couvercle doit-on prendre pour garder la chaleur de l'eau ?	Vaut-il mieux mettre un couvercle ou pas ? Si oui, en métal, en verre ou autre chose ?	Il va falloir mettre une vitre au dessus du four Il ne faut pas mettre de couvercle en métal Il ne faut pas recouvrir
Quel récipient faut-il utiliser ?	De quelle forme doit être le récipient ?	/
Où se reflète la lumière ? Est-ce qu'il faut toujours un miroir pour que ça réfléchisse ? Comment viser l'eau avec le miroir ? Comment bien poser les réflecteurs ? Comment placer l'aluminium vers le soleil ?	Comment les rayons se réfléchissent-ils sur une surface ?	Les miroirs reflètent le soleil puis chauffe l'eau On ne doit pas placer le réflecteur vers l'extérieur Il faut mettre de l'alu dans le four La couleur blanche reflète la lumière
Comment suivre les rayons du soleil ?	Comment faire pour capter les rayons du soleil alors que celui-ci se déplace dans le ciel ?	/
Avec un bocal en métal on peut attirer la chaleur ?	Vaut-il mieux mettre l'eau dans un récipient en verre ou en métal ?	Un récipient en métal chauffe plus vite

Objectifs de la séquence

- ✓ Apporter des informations complémentaires sur le soleil.
- ✓ Aborder plus largement la notion « d'énergie ».
- ✓ Faire émerger des questions complémentaires à celles qui proviennent de l'expérimentation.

Objectifs pédagogiques.

- ✓ Mieux connaître le système solaire.
- ✓ Prendre conscience de l'impact de la présence du soleil dans la vie de tous les jours.

Séquence 4 : apports et échanges autour des énergies et du soleil

L'étape précédente demandant beaucoup d'attention et de concentration nous avons prévu de poursuivre par de petits ateliers de découverte des énergies et du soleil. Ils font appel à d'autres capacités et permettent de répondre plus largement aux représentations initiales des enfants. Trois groupes tournants sont constitués.

Atelier 1 : Les énergies dans la vie de tous les jours

Nous avons remarqué que lors des représentations initiales beaucoup d'enfants ont associé le soleil au mot « énergie ». Cet atelier a pour objectif de clarifier cette notion complexe. Il commence par une petite discussion sous forme de question/réponse qui permet de définir l'énergie, ou plutôt les énergies... Nous distinguons l'énergie vitale qui nous permet de vivre (marcher, faire du sport...) et l'énergie dite de confort que nous utilisons dans la vie de tous les jours (utiliser sa voiture, communiquer, s'éclairer, se divertir, cuisiner, se chauffer...). Puis à tour de rôle, chaque enfant, fait deviner aux autres, en la mimant, une situation de la vie quotidienne où on utilise de l'énergie.

Atelier 2 : Photo expression

Dans la continuité du recueil des représentations initiales du matin et des échanges sur le thème du soleil, cet atelier a pour objectif d'élargir la vision des enfants sur le projet de four solaire en travaillant sur des images qui ont un lien direct ou indirect avec ce projet. Ces images ont volontairement des formes très diverses : comiques, réalistes, schématiques ou encore tirées d'une bande dessinée ! Dans un premier temps, les enfants tirent au hasard une image puis discutent de cette image et de son lien avec le projet. Dans un deuxième temps, une semaine plus tard, les enfants écrivent leurs observations sous forme de rédactions encadrées par l'enseignant. Ainsi ce moyen pédagogique lui permet d'inscrire ce projet de manière transversale dans le cadre scolaire (grammaire, orthographe...).


Expressions écrites autour d'images ayant un lien avec le soleil

Tom Jeudi 3 juin

Rédaction
Commentaires d'une photo.

Sujet : écrire un commentaire de 6 à 8 lignes, en expliquant le rapport entre la photo et le soleil.

Ma photo montre une tranche de bacon et un cochon. Le cochon dit à la tranche de bacon : « La prochaine fois, tu mettras de l'écran solaire ! » Parce que au début, la tranche de bacon était un cochon ^{mau} comme la tranche de bacon n'a pas mis de crème solaire elle a pris un coup de soleil et elle est devenue une tranche de bacon. Le cochon lui est heureux parce qu'il a mis de la crème solaire et il reste un cochon. (C'est une image comique).



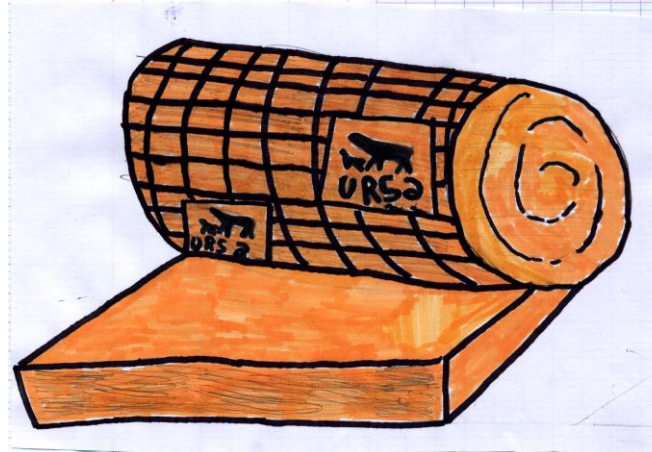
Esther et Pauline Jeudi 3 juin

Rédaction
Commentaires d'une photo

Sujet : écrire un commentaire entre 6 à 8 lignes, en expliquant le rapport entre la photo et le soleil.

Nous avons tiré au sort et nous sommes tombées nez à nez avec la laine de verre. La laine de verre sert à l'isolation des maisons (en partie des greniers). Elle peut avoir plusieurs épaisseurs : 5, 10, 15... Sur la photo, la laine de verre mesure 2,4 centimètres.

La laine de verre empêche, en hiver, la chaleur de sortir et en été, la chaleur d'entrer.



Atelier 3 : Le soleil dans le système solaire

Le projet a aussi pour but de mieux connaître le soleil. Dans cet atelier les enfants essayent de situer le soleil et les différentes planètes dans le système solaire à l'échelle de la cour d'école.

Les jours suivants, l'enseignant, reprend les différentes étapes de la journée afin de consolider les notions essentielles abordées lors de cette première journée.

3^{ème} demi-journée Lundi 7 juin

Objectifs de la séquence

- ✓ Se remémorer la séance précédente.
- ✓ Echanger sur ce que les enfants ont fait avec l'enseignant.
- ✓ Préciser la démarche expérimentale pour préparer les expériences.

Séquence 5 : démarche et définition des paramètres nécessaires à la réalisation des expériences

La démarche : réaliser une expérience dont nous pourrons utiliser les résultats

Un temps important est pris afin de se remémorer ce que nous avons conclu la séance précédente. Ce moment nous apparaît très important car il structure la suite du projet. Il s'agit de nous mettre d'accord sur le déroulement de nos prochaines expérimentations.

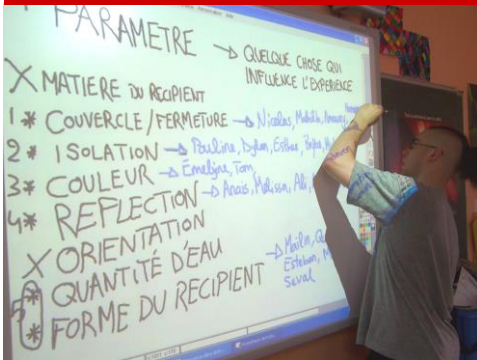
A travers une discussion, nous revoyons pourquoi les premières expérimentations « sauvages » ne peuvent répondre à nos questions. Nous définissons ainsi la notion de paramètre qui avait été initiée lors premières expérimentations : « Un paramètre est quelque chose qui influence l'expérience, qui agit sur son résultat ». Pour différencier un paramètre de ce qui n'en est pas, un exemple est donnée par l'animateur : « est ce que si j'ai des chaussettes le jour de l'expérience cela influencera-t-il le résultat ? » « Non ! » « Donc la présence ou non de mes chaussettes n'est pas un paramètre !!! »

A partir de cette définition, nous aboutissons à une première règle : si nous voulons avoir des résultats utilisables nous ne devons faire varier qu'un seul paramètre par expérience.

Suite encore une fois à la première salve d'expériences, nous aboutissons à une deuxième règle : pour évaluer l'impact d'un paramètre nous ne devons pas faire varier l'expérience en cours.

Enfin, suite à nos observations lors de la première journée nous aboutissons à la troisième règle importante afin d'avoir des résultats utilisables : il faut que les prises de mesures ainsi que l'utilisation des instruments de mesure soient extrêmement rigoureuses.

L'animateur liste au tableau les paramètres que nous allons faire intervenir dans les expériences



Définir les paramètres que nous ferons varier

La définition des paramètres est la clé essentielle à la réussite d'une démarche scientifique. Nous avons donc choisi de nous attarder de manière suffisamment large afin d'être sûr que les enfants ont tous compris la démarche. Pour la suite du projet nous avons choisi d'utiliser les questions exprimées à la séance précédente plutôt que les hypothèses car les questions sont plus synthétiques.

Toutefois chaque question synthétique est reprise à l'oral afin de sortir de chacune d'elles le paramètre qu'elle fait intervenir. Puis, nous reformulons les questions afin de pouvoir trouver une réponse par une expérience.

Cette étape a pour intérêt de bien se mettre d'accord sur ce que l'on va expérimenter par la suite, il ne faut pas avoir peur de se répéter. Lors de cette étape par exemple nous nous apercevons que les enfants confondent la notion de quantité d'eau et de forme. Ils parlent d'une « forme grande » mais « grande » n'est pas une forme...

Pour pouvoir utiliser les résultats de nos futures expériences, nous devons :

- ☐ Définir et isoler chaque paramètre
- ☐ Ne faire varier qu'un seul paramètre par expérience.
- ☐ Ne pas faire évoluer les paramètres en cours d'expérience.
- ☐ Savoir comment utiliser le matériel de mesure correctement de manière à ne pas faire d'erreur.

Tableau présentant l'ensemble des questions posées par les enfants avant et après discussion et définition du paramètre qu'elles font intervenir

Question initiale	Paramètres	Questions reformulées
La couleur du récipient ou du fond a-t-elle une importance pour absorber la chaleur ?	Couleur du récipient	Quelle couleur absorbe le mieux la chaleur ?
Comment isoler le mieux pour garder la chaleur dans le récipient d'eau ?	Isolation du four	Avec quelle matière isoler le four ? A quel endroit isoler ? (à croiser avec l'expérience couvercle)
Vaut-il mieux mettre un couvercle ou pas ? Si oui, en métal, en verre ou autre chose ?	Présence et caractéristique du couvercle	Faut-il mettre un couvercle ? Si oui de quelle matière ?
De quelle forme doit être le récipient ?	Forme du récipient	Quelle forme de récipient pour chauffer le mieux ?
Comment les rayons se réfléchissent-ils sur une surface ?	Réflexion des rayons du soleil	Deux questions plus précises en découlent : <ul style="list-style-type: none"> • Quelle matière ou couleur réfléchit le mieux les rayons ? • Quelle direction prennent les rayons lorsqu'ils se réfléchissent ? (expérience proposée par les animateurs et réalisée par toute la classe).
Comment faire pour capter les rayons du soleil alors que celui-ci se déplace dans le ciel ?	Orientation du four	<ul style="list-style-type: none"> • Comment adapter l'orientation du four aux rayons du soleil ? Nous décidons de nous occuper de cette question qui a plutôt un lien avec la réalisation pratique du four de lors de son montage.
Vaut-il mieux mettre l'eau dans un récipient en verre ou en métal ?	Matière du récipient, du four	<ul style="list-style-type: none"> • De quelle matière doit être le récipient ? Nous décidons de ne pas mettre en place cette expérience car il est très difficile de ne faire varier que le seul paramètre de la matière. En effet, il est difficile de trouver des récipients de forme identique dans différentes matières.

Objectifs de la séquence

- ✓ Imaginer des expériences.
- ✓ Mettre en place un protocole détaillé.

Objectifs pédagogiques

- ✓ Retransmettre sur une fiche les informations nécessaires au bon déroulement de l'expérimentation.
- ✓ S'organiser en groupe.


Chaque groupe imagine une expérience



Séquence 6 : définition des EXPERIENCES

Pour chaque question posée, un groupe d'élèves réfléchit et conçoit un protocole d'expérience à mener, afin d'obtenir une réponse scientifique indiscutable. Il remplit une fiche de protocole qui comporte : un descriptif, avec un schéma annoté de l'expérience, une liste complète du matériel et des instruments nécessaires à sa réalisation, un tableau de résultats.

Exemple de fiche descriptive des expériences



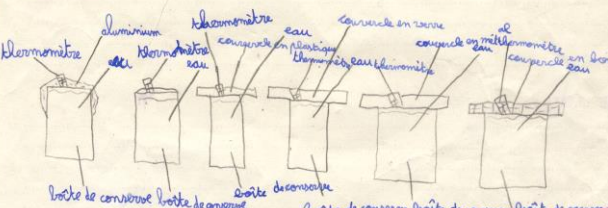
Expérimentons !

Date : Samedi 7 juin...
 Nom de l'équipe : 1,2,3 SOLEIL!!!!
 Niels, Amaury, Rethille, Humeyre

1. Les premières OBSERVATIONS :
 Suite aux observations de nos premières expériences sur l'énergie solaire, nous nous sommes posés cette question : Est-ce qu'un couvercle, si on le chauffe, chauffe ?

Pour y répondre voici l'expérience que nous imaginons :

2. Le schéma :



3. Liste du matériel dont nous aurons besoin :

- 6 couvercles en bois
- 6 boîtes de conserve en métal
- 6 boîtes de conserve en plastique
- 6 boîtes de conserve en verre
- 6 boîtes de conserve en aluminium
- 6 thermomètres
- 6 x la même quantité d'eau
- 1 source d'énergie
- 1 arrosoir

4. Le protocole de l'EXPERIENCE (numérotez les étapes) :

1. Prendre 6 boîtes de conserve.
2. Prendre 6 couvercles en métal, en verre, en plastique, en aluminium, en bois.
3. Mettre un thermomètre dans chaque boîte de conserve.
4. Prendre 6 boîtes de conserve identiques.
5. Prendre le verre d'eau, et verser 6 x la même quantité d'eau.
6. Verser dans les 6 boîtes de conserve.
7. Mettre les 6 thermomètres dans les 6 boîtes.
8. Mettre les couvercles sur les boîtes.
9. Mettre les 6 boîtes au soleil.
10. Régulièrement lire et relever la t° de l'eau dans les 6 boîtes.

5. RESULTATS :

Tableau de prise de mesures des résultats

Groupe :
 Paramètre étudié : température

	0 min	15 min	03 min
aluminium	19,2°	22,5°	25,7°
verre	19,2°	22,2°	25,8°
plastique	19,2°	22,9°	28,5°
bois	19,2°	22,9°	27,1°
aluminium	19,2°	22,9°	29,8°
bois	19,2°	22,9°	25,7°
plastique	19,4°	22,9°	28,8°
plastique	19,5°	27,3°	30,4°
plastique	19,5°	27,9°	27,1°
aluminium	19,4°	27,9°	29,5°

Objectifs de la séquence

- ✓ Compléter l'apport d'information sur le soleil.
- ✓ S'aérer l'esprit après le rude début de matinée passé à réfléchir aux expérimentations.
 - ✓ Evaluer ce dont les enfants se souviennent et ce qu'ils ont compris avant de poursuivre.

Objectif pédagogique

- ✓ Percevoir ce qui se passe à l'intérieur du soleil.



Ce travail important, capital même, de réflexion est très intense et demande beaucoup de concentration. Nous décidons de l'interrompre à 11h00 (l'enseignant reprendra les fiches dans l'après-midi afin de les finaliser). Cependant, les listes de matériel nécessaire aux expérimentations sont récupérées par les animateurs qui se chargent de le rassembler dans l'après-midi pour le lendemain.

Séquence 7 : apports autour du soleil,

Afin de compléter ce que nous avons déjà appris sur le soleil en tant qu'étoile nous visionnons un extrait d'une vidéo « C'est pas sorcier ». Cette séquence nous permet de « répondre » à la représentation des enfants qui pensaient que le soleil est une énorme boule de feu. Nous apprenons ainsi que le soleil n'est pas une boule de feu mais qu'il est composé de gaz (hydrogène entre autre) en fusion. C'est ce qui lui permet de dégager tant d'énergie.

Cette séquence a aussi l'avantage de changer le rythme. De l'intensité effervescente de la séquence précédente nous passons à un temps plus calme posé, ce qui permet aux enfants à la fois de re-canaliser leur énergie mais aussi de stimuler d'autres aspects éducatifs.

Séquence 8 : évaluation intermédiaire

Enfin, un jeu d'évaluation ludique reprend les notions abordées lors du projet. Les enfants sont réparties en deux groupes Une affirmation est énoncée. Si elle est vraie, le groupe 1 court après le groupe 2, si elle est fausse c'est l'inverse. Après chaque affirmation une petite discussion permet de déterminer la bonne réponse.

4^{ème} demi-journée mardi 8 juin

Objectifs de la séquence

- ✓ Mettre en œuvre les expériences.

Objectifs pédagogiques

- ✓ Manipuler du matériel scientifique.
 - ✓ Travailler en groupe.
- ✓ Restituer les informations à l'écrit.

Séquence 9 : Réalisation des expériences

Les groupes ayant remis leur fiche de protocole d'expériences aux animateurs la veille, tout le matériel nécessaire a pu être réuni et distribué aux différents groupes. Les expériences sont ensuite mises en place dans la cour de l'école, sous un soleil clément !

Nous organisons l'espace de la même manière que lors de la première séquence d'expériences. Les mesures de températures ou d'intensité de lumière, selon l'expérimentation, sont effectuées à intervalles réguliers et notées dans les tableaux prévus à cet effet.

Les cinq expériences proposées par les enfants et celle proposée par les animateur sont détaillées comme suit :

Expérience 1 : Avec quelle matière isoler le four ?

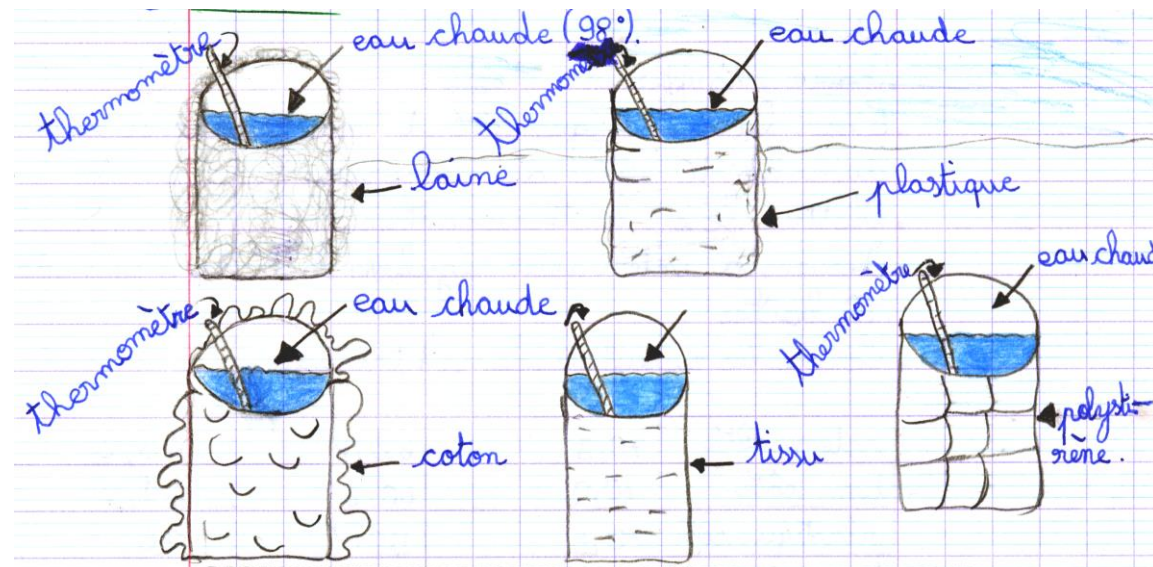
Protocole de l'expérience :

- Prendre 10 boîtes de conserves identiques
- En entourer 5 boîtes avec du tissu, du coton, de la laine, du plastique et du polystyrène (s'aider de scotch, ficelle ou élastique).
- Avec les 5 autres boîtes mettre les mêmes matériaux, autour, en dessous et au dessus.
- Faire chauffer de l'eau
- Doser la même quantité d'eau chaude et la verser dans les 10 boîtes
- Mettre le ou les thermomètres
- Mesurer à intervalles réguliers la température de l'eau dans les boîtes
- Ecrire les résultats dans un tableau

Liste du matériel :

- 10 boîtes de conserves identiques
- 2 thermomètres
- Du plastique
- Du tissu
- Du coton
- De la laine
- Du polystyrène
- De l'eau chaude : un réchaud et une casserole
- Un verre doseur
- Une montre
- Du scotch des élastiques, de la ficelle

Schéma de l'expérience :



Photos de l'expérience :



**« Toutes les températures
ont baissé, on a pas pu
l'empêcher malgré
l'isolation »**

**« Pourquoi c'est le coton et la
laine qui isolent le mieux ?**

Tableau de résultats :

Type d'isolation	Temps 0 9h45 Temp. en degrés	Temps 1 10h00 Temp. en degrés	Temps 2 10h15 Temp. en degrés	Temps 3 11h00 Temp. en degrés
Coton côté	98	70.9	62.8	45.3
Tissu côté	98	70.2	60.6	41.2
Plastique côté	98	70.5	59.1	40.1
Laine côté	98	72.3	61.3	44.1
Polystyrène côté	98	72.8	59.7	40.8
Coton partout	98	85	78.5	66.6
Tissu partout	98	82.1	70.5	53.2
Plastique partout	98	84.4	71.1	56.1
Laine partout	98	83.7	71.1	57.3
Polystyrène partout	98	84.4	72.8	51.4

Expérience 2 : Quelle couleur absorbe le mieux la chaleur ?

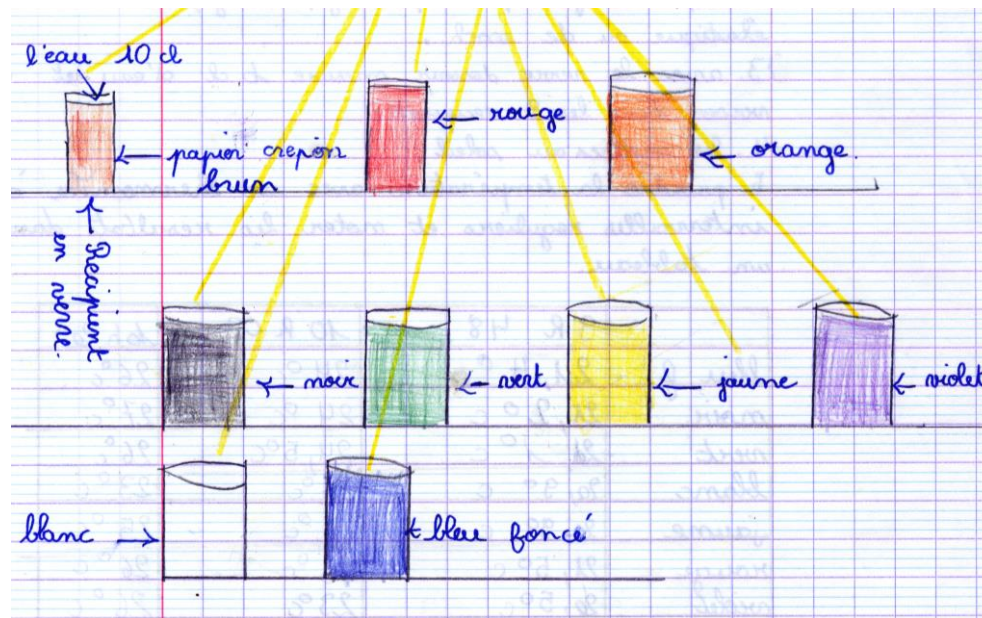
Protocole de l'expérience :

- Disposer 9 récipients en verre avec 10 centilitres dedans
- Mettre du papier crépon autour de chaque récipient en verre se servir d'élastique ou de scotch
- Avec le verre doseur mesurer 10cl d'eau et le verser dans les 5 récipients
- Les mettre au soleil
- Prendre la température avec un thermomètre à intervalles réguliers et noter les résultats dans un tableau

Liste du matériel :

- 9 récipients en verre
- Neufs papiers crépons (bleu, noir, brun, vert, jaune, violet, blanc, bleu foncé)
- De l'eau
- Scotchs, élastiques
- Un verre doseur
- Chronomètre ou montre
- thermomètres

Schéma de l'expérience :



« On a bien fait attention de mettre exactement la même quantité de papier couleur autour des récipients pour ne pas faire varier ce paramètre » !

Photos de l'expérience :



Tableau de résultats :

Couleur du récipient	Temps 1 9h48 Temp. en degrés	Temps 2 10h00 Temp. en degrés	Temps 3 10h20 Temp. en degrés	Temps 4 11h00 Temp. en degrés	Temps 4 11h00 Nouveau thermomètre
Bleu foncé	21.4	24	26	28.5	28.3
Noir	21.2	24	27	28.5	29.6
Vert	21.1	24.5	26	29.5	29.2
Blanc	20.9	22	23	26	27.6
Jaune	20.9	23	25	28	28
Rouge	21.5	25	26	29	28.5
Violet	20.5	23	26	28	27.8
Brun	20.8	23	25	28	29.2
Orange	21.1	23	25	28	28.5

« Nous aurions du mettre l'eau dans les récipients après les avoir manipulés pour être sûrs que la température de l'eau au début de la prise de mesure est la même. »

Expérience 3 : Quelle matière ou couleur réfléchit le mieux les rayons ?

Protocole de l'expérience :

- Préparer toutes les plaques (qu'elles aient environ la même forme)
- Préparer un endroit bien incliner au soleil
- Y installer successivement les différents matériaux à l'endroit précis
- Avec le luxmètre mesurer la quantité de lumière réfléchie à chaque fois pour chaque plaque
- Noter tous les résultats dans un tableau

Si on a le temps

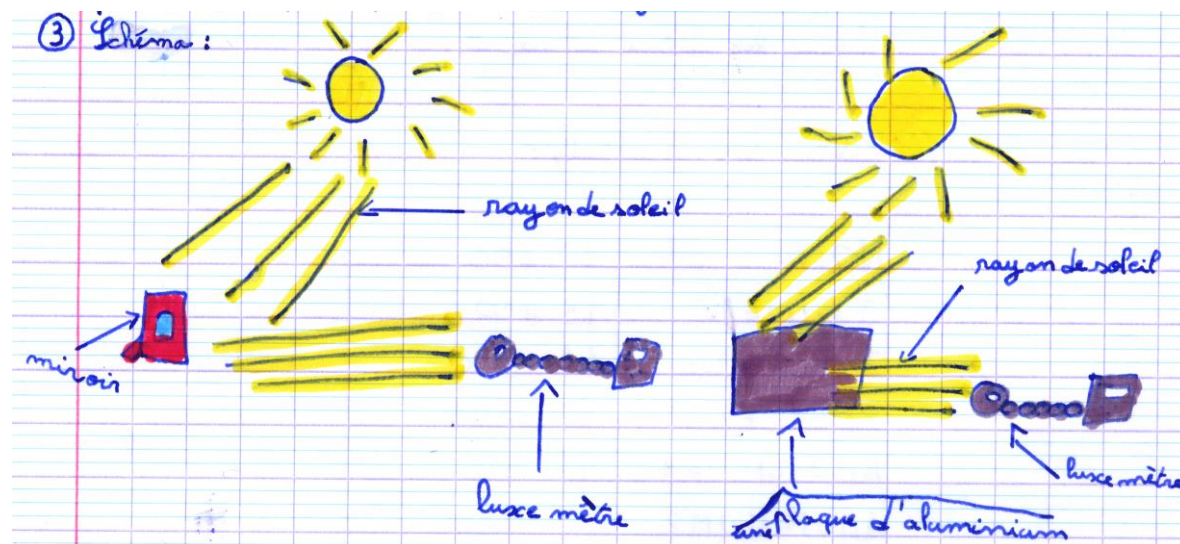
- Refaire toutes les expériences une 2ème fois pour vérifier si on obtient les mêmes résultats

Liste du matériel :

- Un miroir
- De l'aluminium
- Du verre
- Du polystyrène
- Du carton jaune
- Du carton noir
- Du carton jaune et rose fluo
- Un luxmètre
- Des briques
- Du scotch

« On a pris les dimensions du miroir pour faire tous les réflecteurs et ne pas modifier le paramètre « taille du réflecteur ».

Schéma de l'expérience :



« On a fait attention de prendre la mesure au même endroit avec le même angle d'inclinaison vers le soleil. »

Photos de l'expérience :



Tableau de résultats :

Plaque	Noire	Jaune	Jaune fluo	Rose fluo	Alu. brillant	Alu. face 2	Miroir	Rien	Métal
Mesure en lux.	10 600	13 400	11 900	10 800	16 100	12 200	47 300	11 300	15 100

« On est étonné qu'en ne mettant pas de réflecteur, il y ait plus de lumière qu'avec un réflecteur noir »

Expérience 4 : Faut-il un couvercle ? Si oui de quelle matière ?

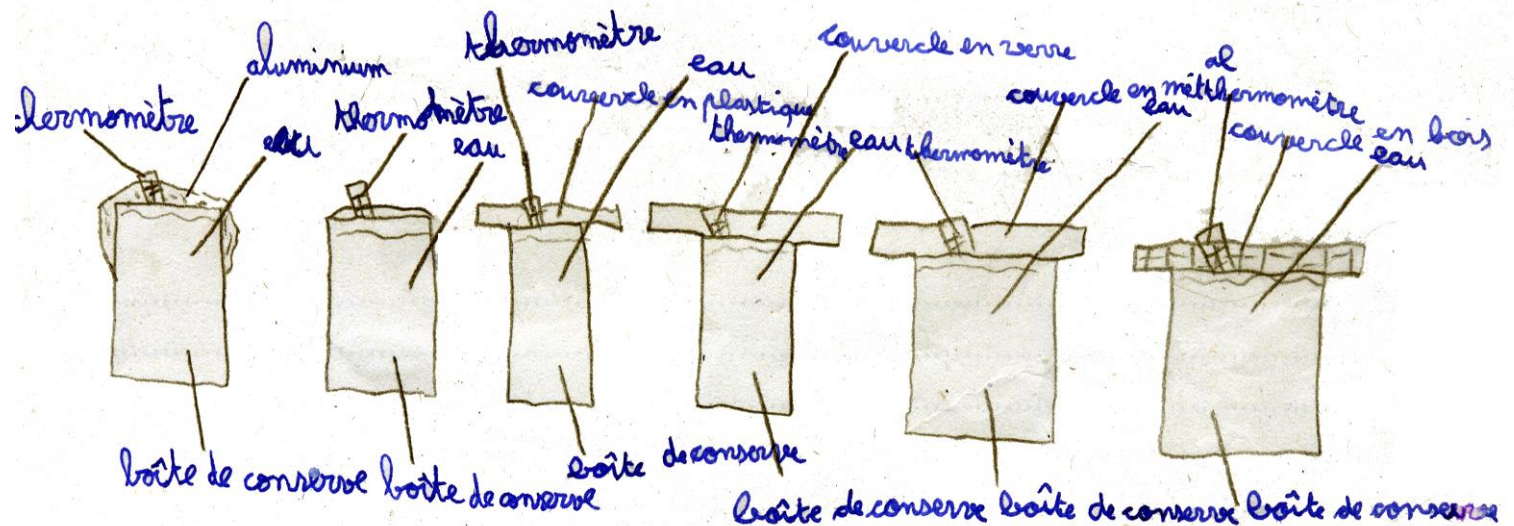
Protocole de l'expérience :

- Prendre 6 boîtes de conserves identiques
- Prendre le verre doseur et doser 6 fois la même quantité d'eau
- La verser dans les 6 boîtes de conserves
- Mettre 6 thermomètres dans les 6 boîtes
- Mettre les couvercles sur les boîtes
- Mettre les 6 boîtes au soleil
- Régulièrement lire et relever la température de l'eau dans les 6 boîtes

Liste du matériel :

- 6 boîtes de conserve en métal
- Un couvercle en plastique transparent
- Un couvercle en verre
- Un couvercle en métal
- Un couvercle en bois
- Un couvercle en alu
- Un thermomètre
- 6 fois la même quantité d'eau
- Un verre doseur
- Une montre

Schéma de l'expérience :



Photos de l'expérience :



Tableau de résultats :

Type de couvercle	Temps 1 Temp. en degrés	Temps 2 15 minutes plus tard Temp. en degrés	Temps 3 20 minutes plus tard Temp. en degrés
Aluminium	19.7	22.5	25.7
Métal	20.2	22.2	25.8
Plastique	19.6	22.9	28.5
Rien	19.7	22.6	27.1
Verre	19.8	22.9	29.6
Bois	19	21.7	25.7

« Pour deux couvercles en plastique, le plus épais a plus chauffé l'eau. Donc l'épaisseur influe l'expérience : c'est un paramètre ! »

Expérience 5 : Quelle forme utiliser pour que l'eau chauffe le mieux? ?

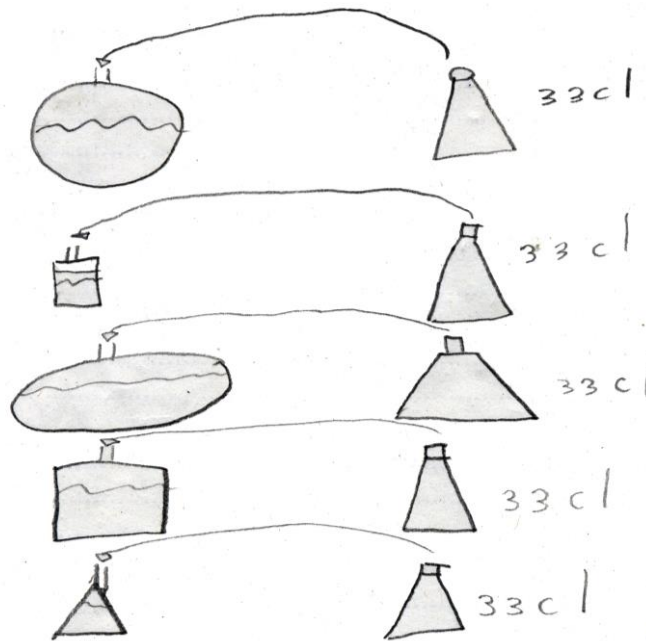
Protocole de l'expérience :

- ☐ Prendre 5 récipients de formes différents
- ☐ Prendre la même quantité d'eau avec le bec verseur
- ☐ La vider dans chacun des 5 récipients
- ☐ Mettre ces récipients au soleil
- ☐ Y mettre les thermomètres
- ☐ A intervalles réguliers, mesurer la température de l'eau dans chaque récipient
- ☐ Noter les résultats dans un tableau

Liste du matériel :

- ☐ On a besoin de récipients :
 - ☐ en forme de rond
 - ☐ carré
 - ☐ ovale
 - ☐ triangle
 - ☐ étoile
- ☐ On a besoin d'un verre doseur
- ☐ On a besoin d'eau
- ☐ On a besoin de thermomètre (5)
- ☐ On a besoin de montre

Schéma de l'expérience :



Photos de l'expérience :

« La forme ballon a le mieux chauffé l'eau. Mais c'est peut-être à cause de l'effet de serre car le ballon est refermé par le haut »



Tableau de résultats :

Forme du récipient	Temps 1 Température en degrés	Temps 2 Température en degrés	Temps 3 Température en degrés	Temps 4 Température en degrés	Temps 5 Température en degrés	Temps 6 11h00
Ballon	19.4	24	27	29	32	32
Ovale	19.3	23	25	27	30	30
Triangle	19.3	22	28	31	28	29
Un verre	19.7	22	25	25	20	27
Un saladier	21.3	26	27	29	30	31

« Le deuxième récipient dont la forme chauffe le mieux est le saladier : c'est le récipient le plus large... »

Expérience 6 : Quelle direction prennent les rayons lorsqu'ils se réfléchissent ?

Une expérience sur la façon dont les rayons de soleil sont renvoyés lorsqu'ils se réfléchissent est proposée par les animateurs et réalisée par les enfants dans la salle de sports de l'école. Cette expérience a pour objectif de faire expérimenter les enfants pour qu'ils comprennent comment l'orientation de la planche (réflecteur) permet de faire varier la trajectoire d'un rayon qui se réfléchit dessus. .

Description de l'expérience

- Les animateurs posent comme postulat que les rayons du soleil se comportent comme une balle contre une planche de bois. Les boules de pétanques en plastique, du fait de leurs poids, on à peu près cette caractéristique.

- Les rayons sont donc « remplacés » par des boules de pétanque en plastique ; le réflecteur, lui, est une petite planche libre et orientable. L'expérience se déroule sur un grand carton posé au sol. Sur ce rectangle sont tracés deux gros points noirs, l'un représente le Soleil et l'autre le récipient du four solaire.

- Les enfants doivent envoyer la « boule/rayon » en direction de la « planche/réflecteur » à partir d'un point représentant le soleil et la faire arriver la plus près possible de celui représentant le « four ». Ils doivent donc procéder à de nombreux lancers de boules en faisant varier l'orientation de la planche, jusqu'à trouver le bon angle qui permet à la boule d'arriver sur le point récipient. Le trajet de la « boule-rayon » est tracé sur le carton.

- Lorsque la boule a atteint son objectif, son trajet est dessiné au feutre ainsi que la disposition de la « planche réflecteur » pour pouvoir l'exploiter.

Liste du matériel :

- Plaque de carton (1.5m x 1.5m)
- Boule de pétanque en plastique
- Planche
- Feutre

Voici ce que nous essayons de montrer de manière ludique et avec nos moyens...

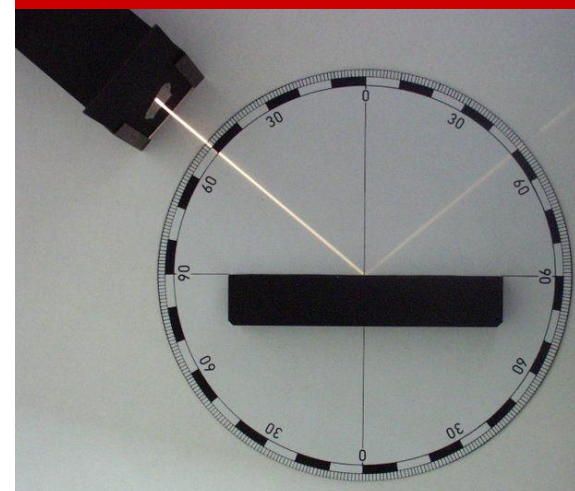


Schéma de l'expérience :

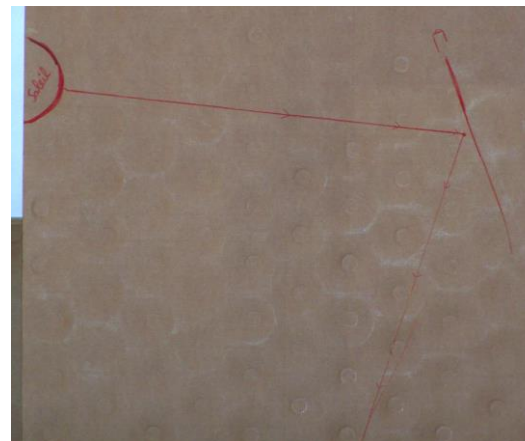
Photos de l'expérience :



Résultats :

Les angles obtenus ne correspondent pas au modèle mathématique. Nous en faisons part aux enfants, et cherchons ensemble ce qui, dans l'expérimentation, a pu induire des erreurs (support carton gondolé, boule qui rebondi, frottements divers...).

Au regard du niveau scolaire des enfants l'utilisation des résultats en tant que tels n'était pas l'objectif. L'objectif était bien d'aborder avec peu de moyen et de façon très simplifiée la notion complexe d'angle de réflexion des rayons de lumière pour répondre à leur question « Comment se réfléchissent les rayons ? ».



Objectifs de la séquence et
pédagogiques

- ✓ Restituer à l'oral le résultat de son expérience.

✓ Séquence 10 : Analyse du déroulement des expérimentations

Nous récoltons les fruits de notre précédent travail : les enfants commencent à comprendre la logique du déroulement d'expérience. Lors des expérimentations les enfants ont appliqué la méthodologie spécifiée lors des séances précédentes.

Nous remarquons cependant quelques erreurs encore commises : par exemple des enfants soulèvent le couvercle pour mesurer la température de l'eau alors qu'un trou avait été prévu à cet effet.

Nous décidons également de gérer la répartition des thermomètres, leur utilisation crée des tensions entre les groupes car nous n'en n'avions pas suffisamment pour en laisser 8 à chaque groupe... Ils y avaient des thermomètres de marques différentes pour faire les mesures ce qui a donné des résultats surprenant. Nous décidons alors de vérifier certains résultats en utilisant un même thermomètre digital pour tous les récipients pour avoir les résultats les plus fiables possibles.

A la fin des expériences, comme au premier jour, chaque groupe explique sa démarche aux autres et lit les résultats obtenus lors de l'expérience. Des conclusions orales, rapides et provisoires se dégagent. Elles seront détaillées jeudi.

5^{ème} demi journée

Jeudi 10 juin

Objectifs de la séquence

- ✓ *Interpréter et synthétiser les résultats des expériences*
- ✓ *Eclaircir certaines notions issues de questions des élèves posées lors des expérimentations.*

Séquence 11 : INTERPRETATION des résultats.

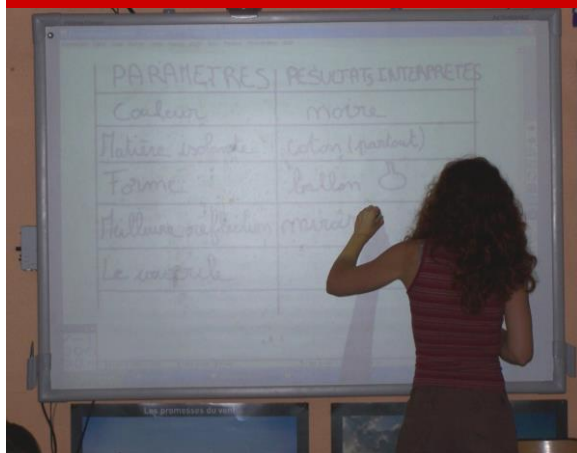
Un bilan oral permet de revenir sur la méthodologie et la notion d'interprétation des résultats. L'animateur reprend les résultats bruts de chaque expérience et les écrits dans un tableau.

Les enfants quoique très attentifs ont de la difficulté à faire le lien entre tous les paramètres ou bien font remarquer l'incompatibilité de certains résultats.

Dans l'expérience « isolation », par exemple, le groupe avait remarqué que c'est quand le coton est placé tout autour du récipient qu'il isole le mieux et pas seulement quand il n'est placé que sur les parois. Or, dans l'expérience « couvercle » un couvercle en verre permet de chauffer au mieux le récipient. Ces deux données semblent ainsi contradictoires... Que faut-il alors faire concrètement pour notre four : mettre de l'isolant sur le couvercle ou mettre une vitre comme couvercle ?

Après une discussion commune nous arrivons à la conclusion que pour commencer à chauffer l'eau il faut d'abord que les rayons entrent dans le four. « *On va perdre de la chaleur en enlevant l'isolation du dessus mais en gagner avec l'effet de serre du couvercle* » conclut enfin un enfant ! Dans l'idéal nous aurions dû faire une nouvelle expérience afin de répondre à cette question...

Les paramètres et les résultats interprétés sont inscrits au tableau



Finalement notre interprétation des résultats nous permet d'aboutir à ce prémisses de cahier des charges pour la réalisation de nos fours.

- **ISOLATION** : Le four doit être isolé avec du coton.
- **COULEUR** : Le récipient contenant l'eau doit avoir un fond noir ou être noir.
- **REFLEXION 1** : Les réflecteurs doivent être des miroirs ou de l'aluminium brillant.
- **FORME** : plus le récipient est large plus il chauffera.
- **COUVERCLE** : Le four doit être fermé avec un couvercle transparent.
- **REFLEXION 2** : les réflecteurs doivent être amovibles
- **ORIENTATION** : Lors de chaque expérience, nous avons également remarqué que le four doit pouvoir être orienté de manière à suivre l'orientation du soleil.

De manière transversale, l'animateur prend le temps d'éclaircir certaines notions ou questions : absorption des rayons selon les couleurs, lien entre les rayons lumineux du soleil et la chaleur et enfin le rôle isolant de l'air piégé dans le coton...

Objectifs de la séquence

- ✓ Mutualiser les propositions concrètes des enfants et les soumettre aux contraintes matérielles

Objectifs pédagogiques

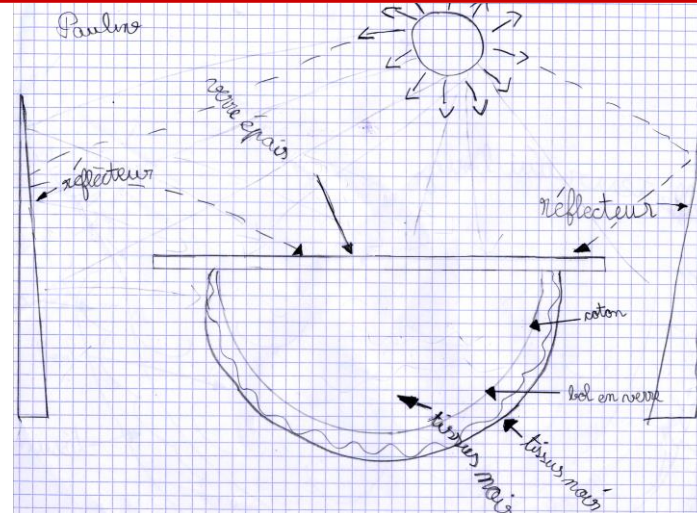
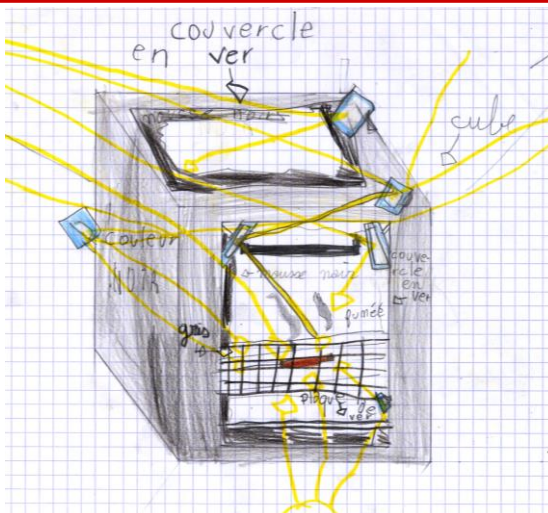
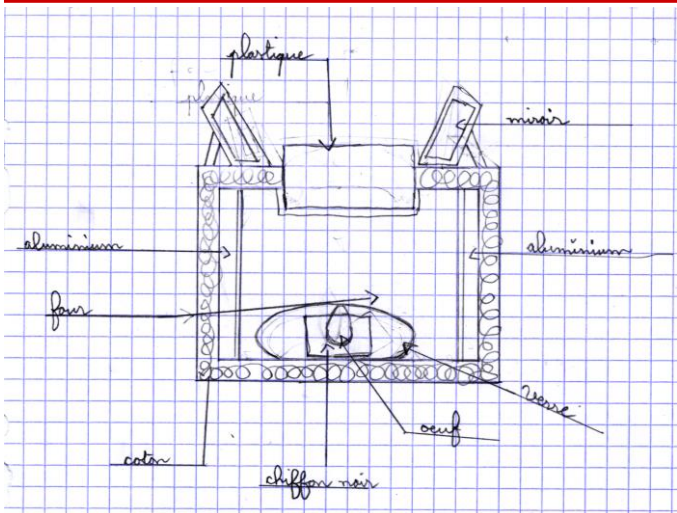
- ✓ Imaginer et dessiner son four.

Séquence 12 : CONCLUSION, plan du four

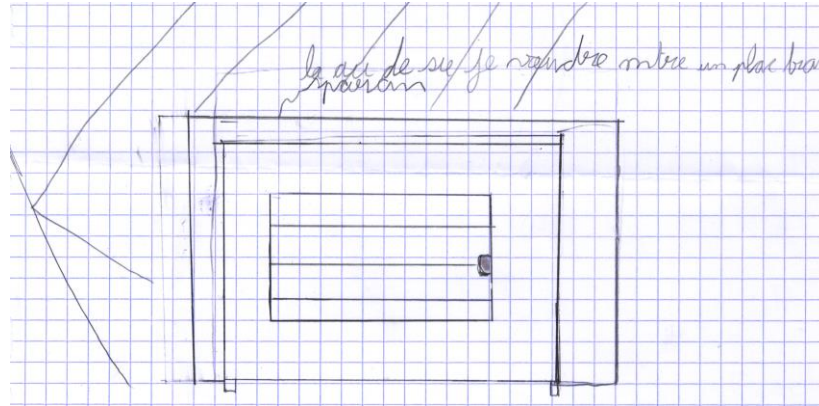
Il s'agit maintenant de passer d'une série d'affirmations (les interprétations des résultats) à la réalisation concrète du four solaire. Chaque enfant dessine ainsi un plan de four solaire qui intègre le « cahier des charges » issu de l'interprétation de nos expériences précédentes.

C'est une étape très intéressante car elle permet d'évaluer le degré de compréhension de chaque élève. Elle est pourtant peu aisée car elle nécessite de faire le lien entre les différents éléments à prendre en compte et surtout à les appliquer concrètement à la réalisation du plan d'un four...

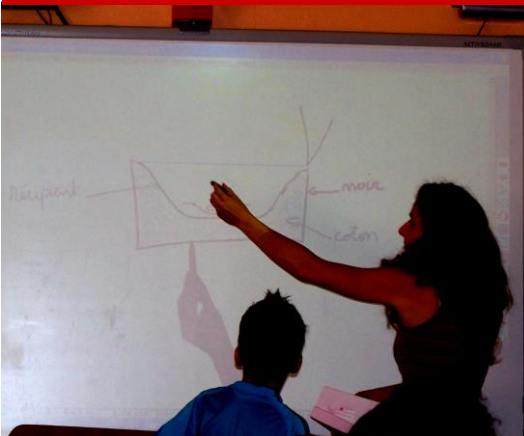
Echantillons de schéma de fours solaire réalisés par les enfants à partir des critères que nous avons définis



Voici le dessin d'un élève qui n'a pas pu s'éloigner de ses représentations initiales de ce qu'est un four... Peut être aurions nous dû travailler au préalable sur les représentations initiales des enfants sur ce qu'est qu'un four ?



**A partir des indications des enfants
l'animatrice dessine le schéma du four
au tableau**



L'équipe pédagogique a fait le choix de faire réaliser le même four à chaque élève. Une mise en commun des dessins permet ainsi de dégager après des discussions acharnées un modèle de four au tableau. Il s'agit aussi de confronter le plan du four à la réalité matérielle. Nous décidons ensemble d'utiliser une boîte de chaussures (facile à récupérer) dont on découpe le couvercle pour le remplacer par une vitre de plexiglas (le verre a été écarté car trop cassable et dangereux pour les élèves). On décide d'y insérer une grande barquette en aluminium (facile à acheter et qui a la capacité de réfléchir les rayons). Les réflecteurs seront faits de carton sur lesquels on collera du papier aluminium (le miroir, bien meilleur réflecteur est abandonné à cause de son coût, son poids et la difficulté de découpe). Nous isolerons le four avec du coton placé entre la barquette d'aluminium et la boîte à chaussures. Pour augmenter l'effet de serre et parce qu'il supporte bien la chaleur nous utiliserons un bocal en verre pour récipient. Enfin pour absorber le maximum de rayons le fond du four sera de couleur noire.

Quelques jours plus tard l'enseignant réalise avec les enfants la fiche technique pour la construction de ce four. La voici dans sa version définitive :

Matériel nécessaire :

- Une boîte à chaussures assez grande avec son couvercle
- Une plaque de plexiglas rectangulaire de 26 x 16 cm
- Une barquette en aluminium de contenance 3.5 litres
- Du carton rigide (2 rectangles de 40x30 cm ; un rectangle de 10 x 20 cm, une bande de 20 x 3 cm)
- Du coton hydrophile
- 1 mètre de ficelle fine
- Un rectangle de papier noir (20 x 10 cm)
- De la colle blanche
- Un pistolet à colle
- Du scotch brun large
- Un cutter
- Des ciseaux
- Un crayon
- Une règle
- Une verrine avec son couvercle (genre : petit pot pour bébé)

Fabriquer soi-même un petit four solaire à l'école


Comment faire ?

- A. Tapisser le fond de la boîte et les côtés avec du coton pour avoir une bonne isolation
- B. Introduire la barquette en alu dans la boîte. La modeler avec ses mains pour qu'elle épouse la forme de la boîte et que les côtés soient bien en pente vers un fond plat : c'est là qu'on posera la verrine
- C. Fixer proprement, avec le grand scotch brun, la barquette alu sur les bords de la boîte
- D. Coller le rectangle de papier noir dans le fond de la barquette (la couleur noire absorbera la chaleur et la transmettra à la verrine posée dessus)
- E. Avec le cutter, découper dans le couvercle une fenêtre rectangulaire de 23 x 13 cm
- F. Encoller, avec le pistolet à colle, le contour de la plaque de plexiglas et l'appliquer sur l'intérieur du couvercle découpé, en pressant fortement
- G. Avec de la colle blanche, enduire tout le pourtour intérieur du couvercle et y coller un « boudin » de coton autour du plexiglas pour réaliser un joint isolant à l'intérieur du couvercle
- H. Coller sur les deux rectangles de carton de 30 x 40 cm, du papier alu, en prenant soin de laisser la partie brillante à l'extérieur : ce seront les deux réflecteurs
- I. Les scotcher de part et d'autre du couvercle. Y percer, dans chacun un petit trou afin d'y passer la ficelle. Grâce à un système de double boucle et de nœud à chaque extrémité, on pourra régler l'orientation des réflecteurs en raccourcissant ou pas la longueur de la ficelle.
- J. Plier le carton de 20 x 10 en trois, comme un pont ; y tailler une encoche de 4 cm ; coller un des trois côtés sur l'arrière du four pour en faire un support permettant d'incliner la boîte vers l'arrière
- K. Avec la bande de 20 x 3 cm, découper des encoches, à la manière d'une crémaillère ; l'emboîter dans l'encoche du support, la coller aussi sur l'arrière de la boîte
- L. Poser le four dans un endroit dégagé par un jour de soleil. Introduire la verrine (avec de l'eau ou quelques tranches de pommes pelées, ou un œuf,...) dans le four et être patient (une heure, deux heures).... Le soleil fera le reste !


Description sous forme de bande dessinée du protocole de construction du four. Réalisée par les enfants après la construction des fours.

Le minifour.

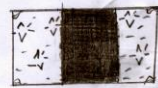
1. D'abord nous avons mis du coton dans notre boîte.




2. Sur le coton on a mis une barquette en aluminium.




3. Sur la barquette en aluminium nous avons mis une couche de papier noir.




4. Nous avons raffistolé les coins qui ont des trous avec du scotch.




5. On a pris le capuchon on y a fait un trou avec un cutter, on a pris le pistolet à colle et on a collé une plaque de plexi-glass dans le trou.



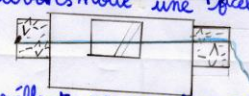
6. Tout autour du plexi-glass en retournant le capuchon on a collé du coton.



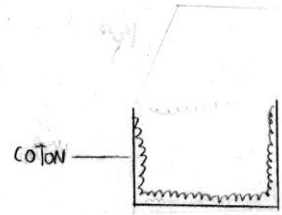
7. On a découpé deux plaques de carton, sur nos deux plaques nous avons collé de l'aluminium on les a appelés les réflecteurs.



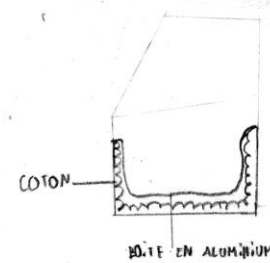
8. Nous avons collé nos réflecteurs de chaque côté du capuchon nous avons noué une ficelle à nos réflecteurs pour les régler.



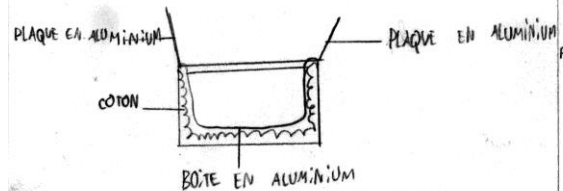
1.



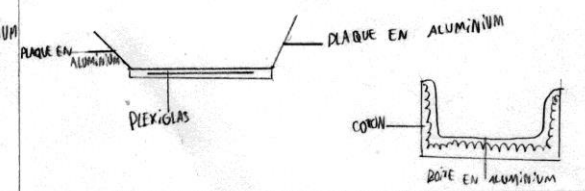
2.



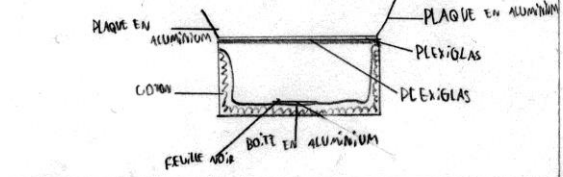
3.



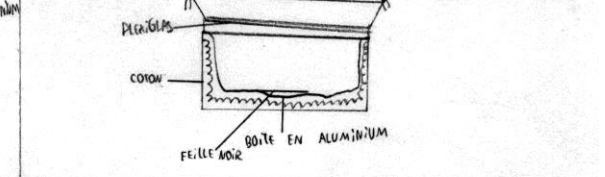
4.



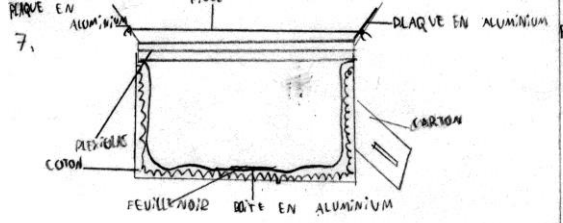
5.



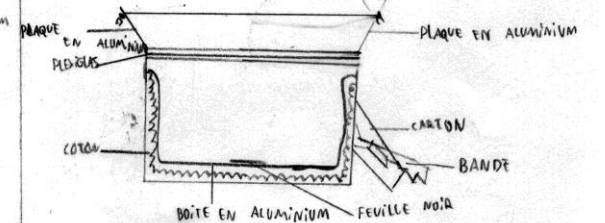
6.



7.



8.



6^{ème} et 7^{ème} Demi-journée Lundi 14 juin

Objectifs de la séquence

- ✓ Montrer de vrais panneaux solaires et les installations utilisant des énergies renouvelables de la Maison de la Nature du Sundgau.
- ✓ Rencontrer un passionné des énergies renouvelables.

Objectifs pédagogiques

- ✓ Compléter ses connaissances sur le bio habitat

Séquence 14 : Arrivée à la Maison de la Nature

Visite de la Maison de la nature du Sundgau,

Voici enfin arrivée la journée tant attendue par tous : la construction des fours solaires. Cette journée se déroule à la Maison de la Nature, plus propice car permettant à la fois d'avoir plus de place et de pouvoir présenter des installations utilisant l'énergie solaire : les panneaux solaires et les installations « bioclimatiques » du bâtiment sont ainsi présentés aux enfants. Ils peuvent de ce fait découvrir concrètement comment l'énergie solaire est utilisée pour chauffer un bâtiment ou encore produire de l'électricité.

Découverte des deux types de panneaux solaires



Découverte de la chaudière à copeaux de bois.



Rencontre avec un passionné

Nous faisons intervenir Frédéric Ruch titulaire d'une Licence Thermique et Énergétique. Son stage à l'association Solemyo (Suisse) lui a permis d'aborder la conception de fours et de crêperies solaires. Il continue encore aujourd'hui à s'impliquer dans cette association dont le domaine des énergies renouvelables le passionne. Il présente son parcours aux enfants et peut partager cette passion avec eux.

Cette intervention donne aux enfants une certaine ouverture et une perspective de l'utilisation de l'énergie solaire. Elle place l'enjeu de l'utilisation de l'énergie solaire dans la « vie réelle ».

Frédéric Ruch apporte aussi sa vision et ses précieuses connaissances.



Objectifs de la séquence

- ✓ Construire les fours solaires.

Objectifs pédagogiques

- ✓ Utiliser des outils de bricolage.
- ✓ Suivre un cahier des charges, un protocole.
- ✓ Travailler le bois



Séquence 15 : Réalisation des fours

Les mini-fours solaires

Enfin les enfants s'attaquent à la fabrication de leurs 24 petits fours solaires. Afin que cette étape se déroule au mieux nous nous organisons en différents ateliers de montage tenu chacun par un adulte :

- Le découpage du couvercle de la boîte à chaussure et le collage de la plaque de plexiglas
- La mise en place et le modelage de la barquette alu dans la boîte à chaussures
- La fabrication et la fixation de réflecteurs sur le couvercle
- La mise en place de l'isolation en coton du four entre la boîte et la barquette

La présence de suffisamment d'adultes est ici primordiale pour assurer le bon déroulement du montage. Dans notre cas pour encadrer ces ateliers cinq adultes étaient présents.



Le cuiseur solaire.

Accompagné de Frédéric Ruch et d'un animateur, des groupes de cinq enfants se relaient toute la journée pour réaliser le montage d'un cuiseur solaire « professionnel » livré en kit et provenant de l'association Solemyo. Les enfants essayent de trouver les places de chaque partie, les clouent entre elles et travaillent la laine afin de lui donner plus de volume et augmenter son pouvoir isolant. Ils ont beaucoup apprécié ce travail et surtout le fait de pouvoir clouer !!!

Nous avons décidé de réaliser ce four pour plusieurs raisons :

- Montrer que leur projet s'inscrit dans une réalité : des adultes aussi ont réfléchi à la création d'un four solaire.
- Montrer aux enfants la puissance que peut avoir un four solaire professionnel.
- Pouvoir comparer la technicité de ce four avec le leur.

Le travail nous prend la journée entière, entrecoupée par un pique-nique dans la prairie, une belle pause durant laquelle les enfants jouent dans la forêt et un orage mémorable. Il nous a semblé vraiment important de prendre suffisamment de temps lors de cette pause afin de couper rythme de la journée.



Mardi 15 juin

Objectifs de la séquence

- ✓ *Evaluer les acquis notionnels des enfants en fin de projet.*

Séquence 16 : Evaluation individuelle des notions acquises

La matinée débute par un QCM (Questionnaire à choix multiples) destiné à évaluer les acquis sur les notions abordées lors du projet. Le résultat nous montre que l'ensemble de la classe a intégré une notion fondamentale dans la mise en place d'expériences : le fait de ne devoir faire varier qu'un seul paramètre à la fois.

La correction est réalisée de manière collective afin de se remémorer les réponses.

Qcm distribué aux élèves le dernier jour

De l'énergie scolaire pour de l'énergie solaire !!!

Questionnaire à choix multiples

Nom de l'élève : _____

1. Pour que l'expérience soit juste combien peut-on faire varier de paramètres à la fois ?
☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 10

2. De ces matières laquelle est la plus isolante ,
☐ aluminium ☐ laine ☐ sachet plastique ☐ tissus

3. Parce que...
☐ c'est imperméable ☐ ça renvoie bien les rayons du soleil
☐ c'est rempli d'air

4. Quelle couleur chauffe le plus au soleil ?
☐ blanc ☐ rouge ☐ noir ☐ jaune

5. Parce que :
☐ ça renvoie la lumière ☐ c'est une couleur sympas
☐ ça absorbe la lumière

6. Un four solaire chauffe mieux avec un couvercle transparent parce que :
☐ ça évite que les feuilles tombent dedans
☐ ça permet de transporter le four ☐ ça empêche une partie des rayons de ressortir

Comment s'appelle ce phénomène ? _____

7. Classer ces phrases de 1 à 4. 1 pour le système qui fera le plus chauffer le four :
☐ petite ouverture sans réflecteur ☐ petite ouverture avec réflecteurs
☐ grande ouverture sans réflecteur ☐ grande ouverture avec réflecteurs

8. De quelle matière faire le réflecteur pour qu'il soit le plus efficace ?
☐ bois ☐ carton brun ☐ miroir ☐ papier aluminium

9. Pour quelle soit valable, il est très important de faire varier les paramètres au cours de l'expérience ?
☐ vrai ☐ faux

10. BONUS : Que se passe-t-il à l'intérieur du soleil ???



Objectifs pédagogiques

- ✓ Comprendre le processus de l'effet de serre sous forme ludique.
- ✓ Découvrir les autres sources d'énergie et leur utilisation par l'homme.



Séquence 17 : Finitions des constructions

Un long moment est encore nécessaire pour apporter les dernières finitions aux fours. Notamment pour les équiper d'un support arrière en forme de crémaillère qui permettra de l'incliner de manière graduelle suivant l'orientation des rayons de soleil.

Séquence 18 : Apports complémentaires, élargissement

Une vidéo présentant les grands principes du bio-habitat complète ce qui avait été vu à la Maison de la Nature et est l'occasion pour les élèves d'élargir les notions d'isolation, d'effet de serre, appliquées aux nouveaux types de constructions.

L'après-midi, les enfants participent à un jeu de mise en situation sur le principe d'un « épervier chasse » qui illustre le rôle de l'atmosphère et de l'effet de serre sur les rayons du soleil. Des enfants représentent les rayons du soleil et d'autres l'atmosphère. Les rayons partent d'un point (le soleil) et essayent de passer l'atmosphère dans un sens les enfants « atmosphères » essayant de les toucher au passage.

Puis 4 ateliers de découverte d'autres énergies durables (l'eau, le vent, le soleil, la géothermie) élargissent encore la réflexion des enfants sur le sujet des énergies renouvelables. Ils testent ainsi d'autres moyens de créer de l'énergie par de petites manipulations :

- - énergie hydraulique avec (turbine sous un arrosoir)
- - énergie éolienne
- - énergie « humaine » : vélo et la dynamo
- - énergie solaire photovoltaïque et thermique
- - centrale au gaz (cocotte minute sur brûleur à gaz)

Ils découvrent ainsi la notion de source d'énergie primaire, de transformateur et de consommateur. On complète aussi la notion d'énergie renouvelable.

Et après...

Objectifs de la séquence

- ✓ Tester et évaluer l'efficacité des fours.



Séquence « supplémentaire » : essais des fours

L'intervention des animateurs s'arrête là mais les fours doivent encore être essayés pour valider leurs compétences !

Cela sera fait une première fois, par un jour de soleil, vendredi 18 juin. De 9h à 11h du matin, par une température extérieure de 24 °C.

- Dans les petits fours individuels: la température de l'eau mise dans des verrines atteint 42 à 53 °C.
- Dans le cuiseur solaire professionnel : l'eau (et la quinoa !) atteint 83 ° ! La quinoa est cuite et délicieuse.

Une deuxième tentative est réalisée lundi 28 juin de 14h à 16h par une température extérieure de 28 °. Cette fois-ci, chaque enfant fait cuire un aliment au choix (pomme pelée, banane et chocolat, quinoa, couscous.... Certains petits fours individuels grimpent jusqu'à 63 °C.

Enfin l'apothéose est obtenue lors de la troisième tentative, le lendemain, mardi 29 juin, par une température au soleil de 34 ° : elle permettra d'obtenir une grande cocotte de compote de pommes brûlantes (90 °C).

Nos fours solaires fonctionnent. Nous pouvons être satisfaits du résultat obtenu et nous pouvons valider la démarche expérimentale menée.



4. Discussion

En analysant cette expérience a posteriori, il nous semble intéressant de dégager un certain nombre de points importants à prendre en compte lors de la réalisation d'un tel projet. Cette analyse est une discussion dont les termes peuvent être largement débattus !

Difficulté de concilier démarche expérimentale et pédagogie par objectif

La démarche expérimentale est très exigeante : elle sous-entend à la fois des appropriations de savoirs (connaissances scientifiques), de savoirs-faire (suivre un protocole précis) et de savoirs-être (questionnement, interrogation, curiosité...).

Lors de ce projet, il nous est apparu difficile de concilier nos deux objectifs principaux qui tendent à se contrecarrer. Le premier consiste à faire vivre aux enfants la démarche expérimentale en leur fournissant une méthode et une logique de réflexion et de travail, le deuxième consiste à construire un four solaire performant qui implique d'avoir accéder à un savoir pour y parvenir.

En quoi ces deux objectifs peuvent-ils s'opposer ? Si l'on privilégie l'appropriation de la démarche expérimentale, il faut alors accepter ce qui est le lot de tout chercheur : le doute, les essais, les questionnements multiples, le recommencement et l'incertitude des résultats. Ceci est très formateur pour la pensée mais demande beaucoup de temps et peut être décevant car on risque d'aller de questions en questions sans forcément arriver à une réponse concluante utilisable pour le projet.

Si au contraire on privilégie l'objectif de création d'un four qui soit performant, l'équipe pédagogique aura tendance à vouloir écarter par souci d'efficacité ou plus pragmatiquement de temps, les expériences qui ne permettent pas de répondre à cet objectif. Lors de ce projet, dès le départ, nous avons fait le choix de réaliser un four solaire qui soit performant. C'est pourquoi, nous avons pris le parti de privilégier quelques fois l'efficacité au détriment de questionnements longs et réflexions rigoureusement menées. Par exemple nous avons questionné les enfants dès la première phase d'expérimentations pour les amener aux notions d'effet de serre ou d'isolation afin que ceux-ci soient pris en compte dans la réalisation de leur four.

Si nous ne l'avions pas fait, ils y auraient pu y avoir deux conséquences :

- Soit nous aurions eu des fours moins performants
- Soit nous aurions du avoir bien plus de temps pour pouvoir faire plusieurs phases de questionnements, d'hypothèses et d'expériences consécutives.

Si cet exemple illustre bien la difficulté de concilier les deux objectifs pré-cités, l'intervention de l'animateur doit pourtant toujours se faire à partir des expérimentations et des observations des enfants. Ce n'est qu'au travers de l'exploitation de ces dernières que les phases suivantes peuvent être construites, quitte à orienter dans le cas échéant les discussions vers les notions que nous désirons exploiter plus tard

Ce qui nous semble être très important est de se mettre d'accord au sein de l'équipe pédagogique sur la manière de répondre à ces deux objectifs en définissant celui qui est prioritaire car cette décision influencera grandement le déroulement du projet.

Vivre une VRAIE démarche expérimentale...

De nombreux biais dans la démarche expérimentale pourrait donc faire penser au lecteur : « Mais est ce qu'on ne manipule pas les enfants ? Pourquoi, comme par hasard, les paramètres isolés sont les bons paramètres à prendre en compte dans la construction d'un four solaire performant ? » « Pourquoi comme par hasard, arrive-t-on à un four qui marche bien ? » « A-t-on vraiment développé l'esprit critique des enfants ou leur a-t-on fait croire que le solaire, ça marche à tous les coups ? »

Cette expérience nous montre que si l'on n'y prend pas garde, la pédagogie active peut être finalement aussi « manipulatrice qu'une autre ».

Voici les points sensibles à analyser :

1- Le matériel à disposition pour les expériences du départ : Si les enfants avaient eu à disposition du matériel sans rapport avec les paramètres du four, cela aurait peut-être tout changé !

Mais :

- le chercheur ne part jamais de rien : il part d'un contexte (état des recherches précédentes, caractéristiques comme les matériaux avec lesquels il travaille, les finances dont il dispose, sa culture, etc....),
- on ne demande pas aux élèves de réinventer le savoir fondamental sur la captation de l'énergie solaire, on leur demande de résoudre un problème technique : faire un four performant ou chauffer de l'eau avec le soleil. On les met devant un challenge, une situation problème qui les motive. Et quand on résout un problème, on part d'une situation de départ préexistante. A ce titre, je trouve que la phase d'exploitation des 1^{ères} expériences a été très bien menée, c'est une phase importante pour tout le reste (appropriation par les enfants des expériences notamment).

2- le traitement des résultats :

Le chercheur n'élimine pas à priori les résultats aberrants. Il traite les résultats par la statistique : il reproduit les expériences de nombreuses fois puis travaille sur les moyennes, les écarts-type et les variances. Ce traitement statistique intègre les valeurs de résultats à priori aberrantes.

Mais ces outils mathématiques ne sont pas disponibles pour des élèves de cycle 3 : on doit simplifier fortement le traitement des résultats et l'absorption ou l'élimination des valeurs aberrantes ne peut se faire que par la discussion. Celle-ci est cependant primordiale : elle doit mettre en évidence la fragilité et la relativité d'un résultat. Il faut inviter les enfants à se poser les questions :

- Qu'est-ce qu'on fait quand on a une valeur qui nous semble bizarre ?
- Pourquoi selon les enfants est-elle vraiment différente des autres ?
- Qu'est ce qui explique cela ?
- Est-ce que l'on n'a pas été assez rigoureux dans la réalisation de l'expérience ?
- Et si c'était cette valeur qui est la bonne et les autres mauvaises ? Comment pourrions-nous le vérifier ?

3- La phase d'immersion : dans une démarche expérimentale pure, le 1^{er} questionnement des enfants aurait dû émerger d'une phase de contact avec la thématique, avec le risque que le questionnement des enfants ne porte pas du tout sur le problème des animateurs (« comment faire un four solaire performant ? »). Cette phase de contact aurait pu passer par du sensoriel, du terrain, une visite. Dans notre projet, les enfants répondent à un problème posé par les animateurs et l'enseignant et la phase d'immersion a été très courte.

Les 3 points précédents, s'ils sont traités de manière caricaturale, peuvent effectivement conduire à une pseudo démarche expérimentale où tout semble joué d'avance. Il est donc fondamental, tout au long du projet, de discuter avec les enfants et avec leurs mots des biais possibles de la démarche expérimentale. Il faut apprendre aux enfants à utiliser la démarche expérimentale pour développer leur esprit critique, il faut aussi leur apprendre à être critique sur la démarche expérimentale !

Mais dans notre projet, on peut justifier nos choix pédagogiques par les points suivants :

- Nous ne souhaitons pas faire une démarche de « projet » (l'apprenant définit lui-même le thème ou la situation-problème sur laquelle il va travailler) mais faire résoudre une situation problème par la démarche expérimentale. Il ne nous a donc pas semblé nécessaire de faire une phase d'immersion conséquente puisque nous n'étions pas dans la démarche de faire émerger un foisonnement de questionnements partant dans de multiples directions, le problème étant défini par avance par l'équipe pédagogique.
- Nous avons contrôlé, par la mise à disposition d'un matériel spécifique pour les premières expériences, l'émergence de certains paramètres du futur four (couleur, réflexion, couvercle, etc...) : mais nous ne voulions pas que les enfants réinventent des recherches en maîtrise de l'énergie solaire, nous voulions qu'ils répondent à un problème technique précis.
- Nous souhaitons mettre les enfants dans une démarche positive de réussite. Quelle déception, quel découragement si au bout d'une semaine, nous n'étions pas arrivé à un four solaire qui marche ! La réussite est motivante, invite à reproduire la démarche pour d'autres problèmes et favorise la mémorisation de la démarche expérimentale et des savoirs acquis (on en garde un bon souvenir).

La perfection de la démarche peut faire penser que l'équipe pédagogique a quelque peu « manipulé » les enfants pour montrer que le solaire, ça marche à tous les coups. Mais dans notre cas, des séquences ont corrigé ce biais :

- des apports complémentaires par les animateurs et les enseignants
- la visite d'une vraie installation solaire et la rencontre avec un technicien solaire

Nous étions dans le cadre de l'apprentissage d'une nouvelle démarche par les enfants : il était absolument nécessaire de la simplifier car comme tout apprentissage, toute notion, on part du simple que l'on va complexifier petit à petit...

Ce sont ces apports qui doivent contribuer à amener une vision critique des enfants par rapport au thème : un jeu de rôle final sur le thème des énergies aurait été sans doute pertinent.

En conclusion : les méthodes de pédagogie active peuvent être utilisées pour fabriquer une opinion mais si elles sont bien menées, elles permettent surtout à l'apprenant de s'en rendre compte !!!

L'équipe pédagogique

Lorsque plusieurs personnes ont la charge d'animer un tel projet, il faut prendre en compte l'organisation que cela implique :

- échanger sur ses valeurs éducatives ou avoir déjà travaillé ensemble sur des projets plus humbles afin de se connaître
- définir au préalable le rôle de chacun, ce que chacun attend de l'autre et le mode de fonctionnement
- prendre le temps d'échanger après chaque étape.

Nous avons défini que les animateurs apporteraient connaissance technique et pédagogique scientifique et aussi aspect plus ludique alors que l'enseignant recherche sur les mini fours et travail entre les séances.

La participation des enfants

Il nous a semblé très important qu'ils soient autant que possible acteurs de leur projet. Ce n'est que par ce biais qu'ils pourront se l'approprier totalement. C'est ce qui s'est produit. En effet même si le cadre, les objectifs principaux ainsi qu'un déroulement prévisionnel étaient établis par avance, nous n'en maîtrisions pas toutes les étapes en détail et le projet peut prendre des orientations inattendues qu'il faut savoir suivre.

C'est pour cela que nous avons prévu un petit temps de mise au point en fin de chaque séance avec l'enseignant afin de nous réadapter au vécu des enfants et pouvoir répondre à leur questionnement.

Ce temps nous a notamment permis d'inclure une expérience supplémentaire ainsi qu'un jeu sur l'effet de serre qui n'étaient pas prévu dans le déroulement prévisionnel.

Le rôle de l'enseignant et/ou de l'animateur

La première phase de notre projet (Observation : expérimentations libres), clé de voûte de la démarche a été une réelle réussite. En se penchant sur les raisons de cette réussite nous est alors apparue une clé indispensable à son bon déroulement : la liberté.

Afin qu'ils s'approprient au maximum leur projet, il est indispensable de laisser la plus grande part de liberté et d'autonomie aux enfants lors de cette première étape afin qu'ils ne soient pas bridés dans leur créativité. Ceci a évidemment comme incidence que l'animateur soit en retrait par rapport aux enfants mais aussi de leur fournir une assez grande diversité de matériel et d'avoir suffisamment de place.

Ainsi tout au long du projet l'équipe pédagogique a adopté différents rôles face aux enfants :

- **Guide (devant)** : il décide, il donne les informations, apporte des notions (moment de mise au point sur la démarche ou les paramètres, jeux de mise en situation...).
- **Accompagnateur (derrière)** : il laisse faire il n'est là que pour soutenir si le besoin s'en fait sentir empêche les enfants d'aller dans une voie sans issue (réalisation des expérimentations...).
- **Compagnon (à côté)** : l'animateur aide les enfants dans leurs recherches, se pose des questions avec eux (recherche des paramètres, préparation des expériences).

Un rythme basé sur l'alternance

Si les bénéfices de l'alternance ont déjà été démontrés dans maints projets pédagogiques, nous avons pu les mesurer une fois de plus : l'attention et la motivation des enfants se sont maintenues tout au long du projet. Nous avons joué sur l'alternance de différentes phases :

- des phases de création (expérimentations...) et des phases d'assimilation (films, apports frontaux...)
- des phases d'action (prises de mesures, expériences...) et des phases de réflexion (interprétation des mesures, questionnement...)
- des phases individuelles (compte-rendu, évaluation...), des phases en petits groupes (préparation et réalisation des expériences...) et des phases collectives (bilan, prises de décision...). La forme « petits groupes » a tout de même été privilégiée et elle demandé des efforts de la part des enfants.
- Et surtout des phases de réflexion intenses, délicates et demandant beaucoup d'attention et de concentration de la part des enfants, avec des phases plus ludiques et plus en mouvement (jeux de mises en situation ou d'évaluation dans la cour) ou simplement demandant moins de concentration (visionnage d'un film suivi d'une discussion). La démarche scientifique demande une grande rigueur et de la concentration quand une étape prenait un peu plus de temps que prévu et que nous commençons à ressentir une baisse d'attention et une saturation de la part des élèves nous interrompons la séance d'un commun accord pour passer à une autre activité. La phase était reprise et finalisée par l'enseignant ultérieurement. Cette manière de faire nous a permis d'avoir une qualité d'attention et d'intérêt pour le projet élevée.

Une démarche expérimentale nourrie

Par ailleurs l'application stricto sensu de la démarche expérimentale nous paraissait limitative quant aux apports d'informations relatives au soleil et plus largement aux énergies renouvelables. Si la démarche est extrêmement riche d'un point de vue de l'apprentissage de la méthode et de l'appropriation des connaissances, le fait de limiter les connaissances au seul four solaire nous est apparu insuffisant.

Ainsi nous avons décidé en accord avec l'enseignant d'intercaler des séquences parallèles à la stricte démarche expérimentale. De plus, la démarche expérimentale a naturellement développé la curiosité des enfants pour le thème, il a donc été aisé de compléter les notions abordées !

En plus de l'apport de connaissances complémentaires, cette méthode permet également aux enfants d'avoir des temps de jeu, de création faisant appel à des compétences différentes de celles nécessaires aux expérimentations.

Enfin la venue de Frédéric Ruch fut un apport supplémentaire important pour le projet. Les enfants ont en effet pu confronter leurs réalisations à la réalité. La présentation du four solaire ainsi que l'intervention d'un professionnel inscrivent la démarche dans la réalité et permettent d'éviter réaliser un projet « hors sol ». Les enfants voient ainsi plus distinctement les réels tenants et aboutissants des fours solaires.

L'importance de l'écrit dans la démarche expérimentale

Si les échanges oraux tiennent une grande place dans la démarche expérimentale, il ne faut pas négliger l'écrit qui a un grand intérêt à chaque étape. Les écrits (textes courts, schémas...) stabilisent une pensée en train de se construire et permettent l'appropriation et la structuration des concepts.

Suivant leur situation dans le projet, ils n'ont pas le même objectif :

- Avant de faire : ils permettent de structurer et de se mettre d'accord au sein du groupe.
- Pendant : ils recueillent les données, les résultats.
- Après avoir fait : ils permettent l'interprétation des résultats (tableaux, graphiques).
- Entre les séances :
 - écrits individuels : l'élève utilise ses propres mots ce qui favorise l'appropriation des notions ou le vécu.
 - écrits collectifs : ils sont dirigés par l'enseignant : ils reprennent les points importants, ils ont pour but de formaliser les acquis et fixent les limites des notions à mémoriser.

Nous avons utilisé plusieurs formes d'écrits dans le projet :

- Des mots, des phrases : pour mémoriser, structurer, communiquer
- Des dessins : pour représenter la réalité (dessins de la réalisation des fours).
- Des schémas : pour représenter la réalité de manière simplifiée, rationalisée.
- Des tableaux : pour comparer des résultats et faciliter leur interprétation

L'importance du travail suivi entre les séances

Entre chaque séance l'enseignant a effectué avec sa classe un travail essentiel au bon déroulement du projet :

- de reprise des notions et savoir faire abordés lors de la séance précédente. Ce travail est essentiel tant les séances étaient denses et riches d'informations et de nouveaux savoirs-faire. Il a réellement permis de s'adapter au temps d'assimilation des enfants
- de structuration du travail en le reprenant sous forme de schémas ou de bandes dessinées par exemple
- de reprise du travail sous une autre forme (par exemple reprendre un travail effectué à l'oral par manque de temps mais réitéré à l'écrit en classe)
- de compléments des notions abordées par de petites recherches documentaires
- de pouvoir finir une activité qui aurait pris trop de temps

Il est important d'avoir conscience du temps et de l'adaptabilité que demande un tel projet pour qu'il aboutisse. Ceci implique également qu'il y ait une bonne communication dans l'équipe pédagogique.

Le travail en petits groupes

Tous les travaux pratiques furent réalisés en petits groupes de cinq qui sont restés les mêmes tout au long du projet. Le travail en groupe demanda beaucoup d'effort pour certains enfants qui n'avaient pas encore acquis cette capacité. Il fut donc d'autant plus intéressant...

Quelques citations pour conclure...

Cette organisation nous a donc permis :

- de **favoriser l'expression** de chacun,
- de rendre chaque enfant potentiellement **actif**,
- d'apprendre aux enfants le travail en groupe et **l'écoute des autres**.

L'intérêt de faire des groupes de cinq fixes est de permettre aux enfants de persévérer et d'apprendre à travailler ensemble en se connaissant. Après réflexion, il aurait aussi été intéressant de créer de plus petits groupes de trois enfants qui auraient eu l'avantage de faire travailler chacun plus activement et de faciliter l'échange et la prise de décision. Et dans un deuxième temps, le nombre de groupes se serait alors adapté aux nombres d'expériences.

« La conception erronée de la science se révèle dans la soif d'exactitude. Car ce qui fait l'homme de science, ce n'est pas la possession de connaissances, d'irréfutables vérités, mais la quête obstinée et audacieusement critique de la vérité. »
(Karl Popper / 1902-1994 / Logique de la découverte scientifique)

« La démarche scientifique n'utilise pas le verbe croire; la science se contente de proposer des modèles explicatifs provisoires de la réalité; et elle est prête à les modifier dès qu'une information nouvelle apporte une contradiction. »
(Albert Jacquard / né en 1925 / Petite philosophie à l'usage des non-philosophes / 1997)

« La science a-t-elle promis le bonheur ? Je ne le crois pas. Elle a promis la vérité, et la question est de savoir si l'on fera jamais du bonheur avec de la vérité. »
(Emile Zola / 1840-1902)

A méditer