



FICHE TP MAGIE BLANCHE

Livret Pédagogique

cahier de l'animateur

1. Présentation

- a) Objectif du livret pédagogique**
- b) Objectif de la magie blanche**
- c) Matériel et disponibilités nécessaires**
- d) Précautions / Avertissements**
- e) DVD de découverte du PSE**
- f) Réapprovisionnement en consommables**

2. A la découverte du polystyrène

- a) Expérience 1 : Préexpansion**
- b) Expérience 2 : Protection contre les chocs**
- c) Suite et fin de l'expérience 1 : Préexpansion**
- d) Expérience 3 : Moulage et recyclage après broyage**
- e) Expérience 4 : Protection isothermique**
- f) Expérience 5 : Recyclage après dissolution**
- g) Suite et fin de l'expérience 3 : Démoulage du PSE recyclé**
- h) Bonus- Expérience 6 : Recyclage après compactage**
- i) Conclusion**



Livret pédagogique

Cahier de l'animateur

I/ Présentation

- a) Objectif du livret pédagogique
- b) Objectif de la magie blanche
- c) Matériel et disponibilités nécessaires
- d) Précautions / avertissements
- e) DVD de découverte du PSE
- f) Réapprovisionnement en consommables

II/ A la découverte du polystyrène !

- a) Expérience 1 : préexpansion
- b) Expérience 2 : protection contre les chocs
- c) Suite et fin expérience 1 : préexpansion
- d) Expérience 3 : Moulage et recyclage après broyage
- e) Expérience 4 : Protection Isothermique
- f) Expérience 5 : Recyclage après dissolution
- g) Suite et fin de l'expérience 3 : démoulage du PSE recyclé
- h) Bonus - Expérience 6 - recyclage après compactage
- i) Conclusion

I/ Présentation

a) objectif du livre pédagogique

Ce document a pour but d'aider l'animateur lors de ses premières séances. Il décrit les expériences de l'atelier Magie Blanche d'un point de vue pratique selon le déroulé type d'une séance.

Il fait ressortir de façon suivante :

- les objectifs de chaque mission confiée aux jeunes
- les questions à poser pour faire évoluer les participants dans la direction souhaitée et pour rendre les jeunes acteurs de leur enquête scientifique,
- les réponses et commentaires d'enfants les plus fréquents,
- des indications pratiques ou théoriques pour l'animateur,
- les points importants, notamment sur la sécurité,
- les compléments éventuels que l'animateur peut être amené à proposer en fonction du temps ou des réactions des enfants.

Ce document est une base pour l'animateur qui pourra bien sûr le faire évoluer en fonction de sa propre sensibilité, du temps dont il dispose, de l'âge et du nombre de participants.

b) objectif de la malle Magie Blanche

A l'heure où l'éducation à l'environnement à désormais trouvé sa place dans les programmes scolaires, la malle Magie Blanche permet aux collégiens dès la classe de 6^{ème}, de fabriquer eux-mêmes des objets en polystyrène expansé (PSE) mais aussi de recycler ce matériau à travers plusieurs méthodes. Jusqu'à 4 groupes peuvent simultanément participer aux expériences, chacun ne devant raisonnablement pas excéder 4 à 5 participants, encadrés par 1 ou 2 animateurs.

Chaque séance permet aux jeunes de comprendre les priorités du PSE tout en abordant des thèmes scientifiques (notion d'air chaud, dissolution, etc.).

Cuiseur vapeur, mixeur, étai, moules, polystyrène expansible, DVD d'information, et bien d'autres éléments composent cette malle qui de manière ludique vous plonge dans la démarche scientifique. Comme un chercheur, il émet des hypothèses et les vérifie à l'aide de matériels adaptés.

c) matériel et dispositions nécessaires

Avant toute séance d'atelier, vous aurez besoin :

- d'électricité (cuiseur vapeur, broyeur)
- d'eau et de glaçons (pour remplir le cuiseur et glaçons pour expérience n°4)
- d'un réfrigérateur dans lequel vous aurez préalablement fait vos glaçons dans le bac fourni avec la malle
- d'un morceau de polystyrène expansé (emballage de viande, fromage)
- de divers petits emballages en plastique (pots de yaourts, bouteilles vides...)
- d'un œuf

Avant le début de toute séance il faut :

- Avoir préparé des glaçons pour l'expérience d'isolation
- Remplir 4 tubes en plastique de polystyrène expansible pour que chaque groupe dispose d'un tube
- Remplir et allumer le cuiseur vapeur 10 minutes avant le début de la séance afin que l'eau soit bouillante

Numérotation des éléments

1. Cuiseur vapeur 1A. Réceptacle en plastique
2. Broyeur
3. Boîte polystyrène expansible
4. Tubes en plastique
5. Assiettes
6. Spatules en bois
7. Casque à œuf
8. Moules en forme de barquette
9. Petites plaques en métal
10. Grandes plaques en métal
11. Serre-joints
12. Etau
13. 3 plaques de 150x150mm (une en PVC gris, une en métal, une en PSE)
14. Bac à glaçons
15. Flacon de limonène
16. Boîtes en verre
17. Pipette
18. Appareil photo
19. Echantillon de PS extrudé sous forme de petits granulés

d) Précautions et avertissements

Cuiseur Vapeur (1):

- Faire attention en ouvrant le couvercle, ne récupérer les objets dans le panier qu'après avoir laissé la vapeur s'échapper quelques secondes.
- Nous recommandons aux animateurs de récupérer les objets du cuiseur vapeur
- Les moules sortant du cuiseur sont très chauds et doivent être manipulés avec des torchons lorsqu'ils sortent du cuiseur vapeur, nous conseillons aux animateurs de les ouvrir.
- Prendre garde aux jets de vapeur qui passent par les trous du couvercle, se mettre de biais pendant les observations pour ne pas se brûler.

Broyeur (2):

Il répond aux exigences de sécurité et ne peut se déclencher sans la fermeture de son couvercle. Toutefois, il faut toujours veiller à ce que le couvercle soit bien fermé avant de débrancher la prise et d'appuyer sur l'interrupteur de mise en route.

Limonène (15):

Les quantités mises en œuvre par séance sont de l'ordre d'une dizaine de gouttes (cf expérience n°5). La présence de la fiche produit vise à se prémunir contre toute utilisation inappropriée.

Polystyrène expansible ou PSE :

L'animateur veille à toujours conserver un stock de polystyrène expansible dans des conditions d'étanchéité maximales (sous peine de diffusion du pentane et de perte du pouvoir d'expansion des billes).

ECO PSE décline toute responsabilité résultant de l'utilisation inappropriée de cette malle pédagogique, qui doit être utilisée par un personnel qualifié, dans le cadre d'animations encadrées.

e) 2 DVD de découverte du PSE

Le DVD « EPS : Exceptional Packaging Solution »

Il permet de découvrir l'univers du polystyrène expansé. Après avoir sélectionné la version française, deux vidéos vous sont proposées :

« PSE : la protection en cadeau » celui-ci propose une découverte ludique du PSE.

« PSE : la protection billes en tête » propose une présentation plus technique qui peut être utile à la compréhension par l'animateur de l'atelier.

Le DVD « recyclage du PSE et logistique » nous fait traverser la France pour mettre en lumière 3 exemples concrets de collecte d'emballage PSE.

f) Réapprovisionnement en consommables

ECO PSE vous offre la possibilité de réapprovisionner votre atelier en consommables à prix coûtant. Lorsque les réserves de polystyrène expansible ou de limonène sont épuisées, envoyez votre demande par e-mail à info@ecopse.fr (ou en appelant au 01 46 53 12 08).

II/ A la découverte du polystyrène !

a) Expérience 1 : préexpansion

Matériel nécessaire : 5 tubes en plastique (4) remplis de polystyrène expansible (3), 4 assiettes (5), 4 spatules en bois (6), le cuiseur vapeur (1) et son réceptacle en plastique (1A).

Durée de l'expérience : 10 minutes

La première expérience consiste à expander des billes de PSE .

Situations	Questions	Réponses et messages
On donne à chaque table un tube en plastique dans lequel on trouve le polystyrène expansible, on le compare avec un échantillon de PSE (emballage), faire toucher la matière.	<i>Comment transformer les petites billes dures et translucides en grosses billes blanches et molles (« écrasables ») ?</i>	« en les faisant bouillir, en les trempant dans l'eau, en injectant de l'air comme dans des pneus de vélo, en les faisant chauffer... ». Amener les enfants à faire des analogies, avec des choses connues (riz, pâtes, pain, gâteau...) pour arriver à la plus ressemblante : le pop-corn.

On va donc essayer de faire chauffer les billes à l'aide du cuiseur vapeur

Situations	Questions	Réponses et messages
Demander aux enfants de verser le contenu du tube dans le réceptacle en plastique du cuiseur vapeur. Fermer le couvercle.	<i>L'expérience a-t-elle réussi ?</i>	Oui, l'hypothèse de la chaleur est bonne.
	<i>La transformation est-elle réellement la même que pour le pop-corn ?</i>	Non, elle est progressive, les billes n'éclatent pas et la forme est conservée.
Les parois se couvrent de buée.	<i>Jusqu'où les billes peuvent-elles grossir ?</i>	« elles ont fini de grossir, elles grossissent jusqu'à ce qu'elles éclatent, elles grossissent à l'infini... » on peut répondre en laissant quelques billes dans le cuiseur vapeur.

Pendant que les billes sont dans le cuiseur vapeur pendant environ 5 minutes, nous passons à l'expérience numéro 2.

b) Expérience 2 : Protection contre les chocs

Matériel nécessaire : 1 œuf frais, le casque à œuf en polystyrène (7).

Durée de l'expérience : 3 minutes

La deuxième expérience consiste à amener les jeunes à comprendre pourquoi de nombreux emballages d'objets fragiles sont réalisés en PSE. Il s'agit ici de trouver un moyen de laisser tomber un œuf sans qu'il ne se casse.

Situations	Questions	Réponses et messages
L'animateur tient un œuf à la main.	<i>Que se passe-t-il si je laisse tomber cet œuf d'une hauteur de 1m ?</i>	« il se casse ! »
	<i>Que faudrait-il faire pour que l'œuf ne casse pas quand on le laisse tomber ?</i>	« il faut le faire cuire, il faut mettre un coussin par terre... »
On présente alors le petit casque à œuf en PSE, on dispose l'œuf à l'intérieur et on fait faire l'expérience par un enfant. Il tend le bras et laisse tomber le casque : le casque en PSE a protégé l'œuf contre le choc.	<i>Que constate-t-on ?</i>	« L'œuf ne s'est pas cassé ! » D'une manière générale, le PSE est souvent utilisé pour la protection des chocs, emballages, cales, casques à vélo...il offre une protection très haute pour un poids très faible. Là encore, l'air enfermé prend toute son importance : c'est lui qui amortit le choc tel un coussin gonflable.

c) Suite et fin expérience 1 : Préexpansion

5 minutes plus tard, vous pouvez arrêter le cuiseur vapeur le temps de sortir les billes de PSE.

Situations	Questions	Réponses et messages
On fait une préexpansion, il faut donc que les billes n'atteignent pas leur taille maximale sinon le moulage ne marchera pas.	<i>Qu'est-ce qui fait grossir les billes ?</i>	Les billes contiennent du pentane qui agit comme une sorte de levure : il passe sous forme gazeuse (augmentation de volume) en chauffant, en même temps le PS se ramollit.
	<i>Est-ce l'eau ou la chaleur qui fait grossir les billes ?</i>	C'est la chaleur qui fait grossir les billes.
	<i>Pourquoi la chaleur fait-elle grossir les billes ?</i>	Quand l'air se réchauffe dans un volume, les particules qui le composent bougent plus vite et prennent plus d'espace car elles se repoussent les unes les autres. On dit alors que l'air prend de l'expansion, ce qui veut dire que son volume augmente ou qu'il se dilate.

d) Expérience 3 : Moulage et recyclage après broyage

Matériel nécessaire : 4 assiettes (5), 4 spatules en bois (6), cuiseur vapeur (1), 4 moules en forme de barquette (8), petites plaques en métal (9), 4 serre-joints ((11), un emballage PSE, mixeur (2).

Durée de l'expérience : 15 minutes

Une fois l'expérience 1 de préexpansion terminée, la troisième expérience consiste à comprendre comment on peut réussir à avoir un objet de forme voulue à partir de billes neuves ou de produits recyclés.

Pour que cette expérience soit enrichissante, on va procéder comme suit :

- Un groupe va réaliser une plaque en utilisant **100%** de billes recyclées.
- Un autre groupe va réaliser la même plaque avec un mélange de **50%** de billes neuves préexpansées, **50%** de billes recyclées.
- Le 3^{ème} groupe fera la même plaque avec **90%** de billes neuves préexpansées et **10%** de billes recyclées.

Situations	Questions	Réponses et messages
Les billes préexpansées sont posées dans les assiettes respectives des groupes.	<i>Comment fabriquer un objet avec ces billes ?</i>	« il faut les coller entre elles une par une ... » Il faut amener les jeunes à demander un moule, un couvercle et de la chaleur, leur faire observer que dans un objet en PSE (l'emballage), les billes sont collées les unes aux autres, que la surface est lisse, que le vide entre les billes a disparu.
<u>Broyage de l'emballage PSE :</u> On montre un emballage usagé PSE.	<i>Une fois qu'on a fini d'utiliser un objet en PSE comme un emballage de téléviseur, qu'est ce qu'on en fait ?</i>	« on le jette à la poubelle »
	<i>Parmi vous, y en a-t-il qui savent ce qu'est le recyclage ?</i>	C'est le fait de fabriquer des objets nouveaux à partir d'objets usagés.
Montrer l'échantillon de PSE broyé dans le mixeur.	<i>Comment séparer les billes dans une usine de recyclage ?</i>	« Avec un marteau, marteau piqueur... » Les usines utilisent des broyeurs pour obtenir des billes qui, bien qu'imparfaites, pourront être mélangées à d'autres billes neuves expansées.

Les groupes préparent les moules (remplis et fermés) et les mettent dans le cuiseur vapeur pendant 10 minutes. On mettra à profit ce temps pour réaliser les expériences de dissolution et de protection isothermique.

e) Expérience 4 : protection isothermique

Matériel nécessaire : les 3 plaques de 150 x150mm (une en PVC gris, une en métal, et une en PSE), 3 glaçons.

Durée de l'expérience : 5 minutes

Cette expérience permet de mettre en évidence les propriétés d'isolation thermique du PSE par rapport aux matériaux conducteurs comme les métaux ou à des isolants moindres comme le PVC.

Situations	Questions	Réponses et messages
On dispose côte à côte les plaques en PSE, PVC et aluminium. L'objectif n'est pas annoncé pour augmenter l'effet de surprise.	<i>Pouvez-vous dire en quelle matière sont ces plaques ?</i>	« En plastique, polystyrène, métal... »
	<i>En les touchant pouvez-vous les classer selon leur température ?</i>	Les enfants doivent dire que le métal est le plus froid ensuite vient le PVC puis le PSE.
	<i>Si on met un glaçon sur chaque plaque, que va-t-il se passer ?</i>	Logiquement, tous les jeunes disent que le glaçon fondra plus vite sur le PSE que sur le métal.
On dispose un glaçon sur chaque plaque, évidemment il se passe l'inverse de ce que les jeunes ont prévu.	<i>Si je dois transporter 1 kg de glaçons, vaut-il mieux une boîte en métal ou en PSE ?</i>	« Une boîte en PSE ». Elargir en expliquant que pour cette raison on utilise le PSE pour la chaîne du froid en agroalimentaire mais aussi pour l'isolation des maisons, des bâtiments.
	Comment se fait-il que le glaçon fonde très vite sur le métal alors qu'il était beaucoup plus froid ?	En général les jeunes ne savent pas répondre. Les plaques étaient à la même température. La différence de température était une apparence car le métal est un très bon conducteur thermique et quand on le touche cela provoque une sensation de froid. A l'inverse le PSE est un isolant, il ne provoque aucun transfert de chaleur avec notre peau.
	Aurait-on pu prévoir que le PSE conserve bien le froid ?	Oui, si l'on pense aux emballages de glaces, caisses à poissons, glacières de pique-nique...
	Si le PSE permet de conserver le froid, permet-il de conserver le chaud ?	Oui, comme les bouteilles Thermos, emballages de fast-food, plaques d'isolations des maisons... Cette propriété est très importante. Le PSE est très utile pour maintenir la chaîne du froid pour les aliments, pour isoler les maisons... Le PSE est 4 fois plus isolant que le bois ou le carton.

	Pourquoi le PSE est-il si bon isolant ?	Parce qu'il y a de l'air dedans (le PSE est constitué de 98% d'air !) cela vient de sa structure alvéolaire : des milliers de petites bulles d'air emprisonné forment une excellente barrière thermique car l'air est lui-même isolant.
--	---	---

f) Expérience 5 : Recyclage après dissolution

Matériel nécessaire : le flacon en verre jaune de limonène (15), les 4 boîtes en verre (16) (une par groupe), la pipette (17).

Durée de l'expérience : 5 minutes

Cette expérience et la suivante (n°6) doivent amener les enfants à trouver les moyens qu'utilisent les industriels pour réduire le volume des emballages usagés en PSE. Quand on parle de recyclage les jeunes proposent souvent de faire fondre les objets car ils savent qu'on procède ainsi pour le verre. On peut revenir là-dessus en disant que ce pourrait être une solution pour refabriquer des billes brutes comme celles qu'on avait au tout début de séance.

Situations	Questions	Réponses et messages
Montrer l'emballage PSE.	Quel moyen pourrait-on utiliser pour réduire le volume du PSE ? Pour enlever l'air qu'il contient ?	« On pourrait le faire fondre... »
On dispose devant chaque groupe une boîte en verre contenant un petit morceau de PSE. L'animateur passe devant chaque groupe avec la bouteille de limonène et demande à un enfant de répartir une dizaine de gouttes du liquide sur le PSE et d'observer ce qui se passe.	Que s'est-il passé ?	Le PSE a été dissout par le liquide.
	Quel est ce liquide ?	Assez souvent les enfants reconnaissent une odeur d'orange ou de citron. L'intérêt du limonène est que c'est un produit naturel (extrait des écorces d'agrumes) mais il existe bien d'autres solvants du PS (essence, acétone...).

<p>L'animateur passe devant chaque groupe avec la bouteille de limonène et demande à un enfant de répartir une dizaine de gouttes du liquide sur le PSE et d'observer ce qui se passe.</p>	<p>A quoi peut servir ce que l'on vient de faire ?</p>	<p>A diminuer le volume des emballages PSE et ainsi réduire le nombre de camions qui les transportent, donc à consommer moins d'essence. Une quantité très faible de limonène suffit à dissoudre de gros volumes de PSE, c'est-à-dire à chasser les 98% d'air qu'il contient. Un camion de transport de PSE usagé peut alors être bien mieux rempli.</p> <p>Si l'on fait évaporer le limonène, on récupère alors du PS « compact » et on peut fabriquer de nouveaux objets comme des boîtiers de CD ou d'appareils photos jetables (montrer le modèle de présentation).</p>
--	--	---

Astuces : Pour cette expérience il vaut mieux utiliser du PSE le moins dense possible. Les grosses billes bien aérées se dissolvent beaucoup mieux. Tout objet en polystyrène peut être dissous par le limonène : des gobelets aux cuillères jetables en passant par les films transparents des enveloppes à fenêtre !

g) Suite et fin de l'expérience 3 : démoulage du PSE recyclé

Matériel nécessaire : les 2 torchons

On va pouvoir comparer le résultat des moulages réalisés avec les différentes proportions de PSE recyclé.

Situations	Questions	Réponses et messages
<p>L'animateur dispose les trois barquettes côte à côte et réunit tous les jeunes.</p>	<p><i>Quelle est la meilleure barquette ? Qu'a-t-elle de mieux ?</i></p>	<p>« la 3^{ème} barquette (90/10%) est plus jolie, plus lisse, plus solide... » Barquette 100% recyclée : se retracts au lieu d'occuper le volume du moule, elle est pleine de trous. Elle casse facilement. Les objets courants intégrant de la matière recyclée contiennent 10% et 20% de matière recyclée. Pour certains objets qui nécessitent des qualités mécaniques et esthétiques moindres (ex : plaque de drainage dans le bâtiment) on peut atteindre 80% de matière recyclée.</p>
	<p><i>Peut-on faire des barquettes de viande recyclées ?</i></p>	<p>En théorie oui, mais c'est interdit par la loi. Pour des raisons d'hygiène, les objets qui entrent en contact avec des aliments ne peuvent contenir que de la matière neuve.</p>

h) Bonus expérience 6 : Recyclage après compactage

Matériel nécessaire : 2 plaques métalliques (75X50mm) (9), l'étau (12), un morceau d'emballage PSE.

Durée de l'expérience : 5 minutes

Les qualités appréciées du PSE viennent le plus souvent de sa structure alvéolaire. On rappelle que le PSE contient 98% d'air en volume. L'inconvénient est du coup le volume des déchets de PSE après usage.

Situations	Questions	Réponses et messages
Montrer l'emballage en polystyrène.	<i>S'il n'y a pas d'usine qui broie et recycle cet emballage à proximité, comment pourrait on faire pour que les emballages prennent moins de place et ainsi en transporter beaucoup plus ?</i>	« Il faudrait le découper, l'écraser... ».
L'expérience de compactage consiste simplement à serrer une plaque de PSE entre deux plaques métalliques (75x55mm) à l'aide de l'étau pour voir de combien on peut réduire son épaisseur. Il faut laisser l'étau serré quelques minutes.	<i>Que s'est-il passé ?</i>	« Le morceau est devenu tout plat... ». Si l'on arrive à chasser l'air qu'il contient on peut par exemple remplir beaucoup mieux les camions de transport de déchets et ainsi économiser du carburant. Le matériau pourra ensuite être fondu et donner un polystyrène adapté à de nombreuses fabrications comme des boîtiers d'appareils photo jetables (montrer échantillon), des coffrets de CD, des portemanteaux... L'animateur peut montrer aux enfants le galet de PSE compacté et le faire passer. Dans l'industrie, le compactage est précédé d'un déchetage.

Astuce : Il est intéressant de partir de deux morceaux de PSE identiques afin d'en écraser un et de pouvoir le comparer à l'autre, laissé intact.

Le saviez-vous ?

La réduction de volume permet d'accroître la quantité de polystyrène usagé transporté : ainsi, un seul camion de 120 m³ suffit pour transporter 15 à 20 tonnes de PSE compacté, là où il aurait fallu 30 à 40 camions si le PSE était resté en vrac.

i) Conclusion

Si on récapitule, vous savez maintenant :

- comment on fabrique les petites billes expansées
- comment on fabrique un objet à partir de ces billes
- vous connaissez 2 méthodes pour recycler un objet usagé : par broyage ou par dissolution
- vous avez appris que l'on peut réduire énormément le volume de déchets de PSE en les compactant ou les dissolvant
- et enfin, vous avez découvert ou redécouvert les 2 qualités les plus appréciées de ce matériau : la protection contre les chocs et l'isolation thermique.