

LES BULLES

Prix de l'Académie des sciences en 2001

Cycle 2

Document de travail pour les maîtres

Réalisé par le Site pilote Innopôle de Vaulx en Velin
en partenariat avec l'École Centrale de Lyon

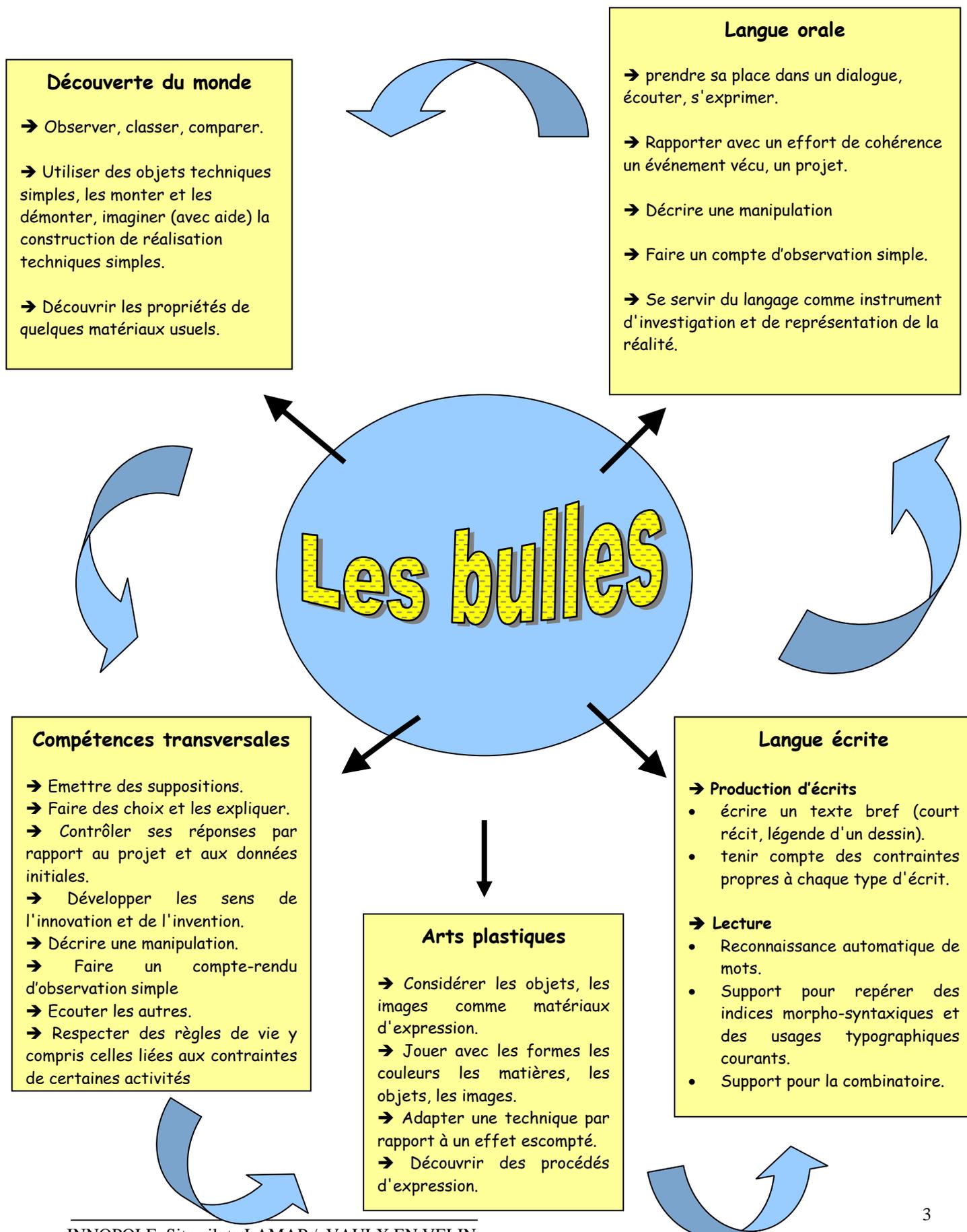
Centre pilote « La main à la pâte » de Nogent sur Oise

SOMMAIRE

Projet interdisciplinaire / Compétences développées	p 3
Introduction	p 4
Aperçu des séquences	p 5
Mise en œuvre	p 6
Matériel	p 7
Séquence 1	p 8
Séquence 2	p 12
Séquence 3	p 16
Séquence 4	p 19
Séquence 5	p 23
Séquence 6	p 26
Séquence 7	p 29
Séquence 8	p 33
Accompagnement scientifique	p 36

LES BULLES

Projet interdisciplinaire : sciences/maîtrise de la langue/socialisation/arts plastiques pour le cycle II (Document de travail de N. LEGAIGNOUX / CP)



INTRODUCTION

Ce sujet d'étude intitulé "Les bulles" s'adresse aux élèves du cycle II, mais peut être adapté à ceux de cycle III.

Il comporte huit séquences représentant environ dix séances de travail avec les élèves d'environ une heure chacune. En fonction des découvertes et des questions des enfants, la durée, les recherches et activités proposées pourront être plus ou moins modifiées.

Ce protocole constitue un projet interdisciplinaire .

Les compétences visées sont présentées dans l'organigramme de la page précédente. En fonction des séances, certaines seront plus travaillées que d'autres.

Toutefois, les compétences relevant du domaine de la langue orale et écrite, ainsi que les compétences transversales accompagnent constamment le travail mené en sciences (découverte du monde).

Ces compétences ne sont donc pas redéfinies séance par séance.

En revanche, pour chaque séance, l'accent a été mis sur les objectifs du maître, le but des enfants; les découvertes et remarques possibles et les synthèses structurantes qui peuvent en découler.

Ce document comporte également, des photos, des travaux d'élèves, des synthèses telles qu'elles ont été menées dans le cadre de ce travail expérimental, ce qui permet d'illustrer le sujet proposé.

Ce dossier a été créé en partenariat avec l'Ecole Centrale de LYON pour la partie scientifique.

Nous remercions :

Nathalie LEGAIGNOUX / Maître-Formateur Classe de CP Ecole COURCELLES
Sigolène LECUYER, Yann DRUON et Benjamin MOURAD / Etudiants à l'Ecole Centrale

Jean-Marie GEORGES et Sandrine BEC / Professeurs à l'Ecole Centrale

APERCU DES SEQUENCES

- ⇒ **Séquence 1** : Que faut-il pour faire des bulles ? 2 séances.
Des mélanges sont plus efficaces que d'autres.

- ⇒ **Séquence 2** : Quels supports pour quelles bulles? 1 séance.
La taille de l'objet a une influence, pas sa forme.

- ⇒ **Séquence 3** : Quelles sont les bulles les plus solides? 1 séance.
Les petites bulles sont plus solides, il faut souffler délicatement, il faut beaucoup de produit pour obtenir une pellicule plus épaisse.

- ⇒ **Séquence 4** : Les bulles sont-elles si fragiles ? 2 séances.
Ce qui est sec casse la bulle pas ce qui est mouillé.

- ⇒ **Séquence 5** : Comment prolonger la vie d'une bulle ? 1 séance.
En l'alimentant en eau.

- ⇒ **Séquence 6** : Faire de très grosses bulles. 1 séance
En optimisant tous les paramètres : qualité du produit, taille et qualité du support, technique de fabrication.

- ⇒ **Séquence 7** : Créer des figures avec des bulles. 1 séance.
En réinvestissant les découvertes précédentes.

- ⇒ **Séquence 8** : La mousse. 1 séance.
La mousse, un assemblage de bulles au comportement particulier.

MISE EN OEUVRE

Chaque séance du protocole est organisé sensiblement de la même manière :

- Une première partie collective rappelant le fil conducteur du module, les réponses déjà apportées, les questions en suspens et posant le problème du jour.

- une seconde partie de travail en groupes durant laquelle les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème proposé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essayent de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les enfants, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont les enfants, qui au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

- une troisième partie collective de synthèse.

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

Un compte rendu écrit, collectif, sous forme d'affiche sera élaboré après chaque séance pour servir de point d'appui à la suite des recherches et de référent aux élèves (mémoire, orthographe).

LISTE DU MATERIEL

MATERIEL CONSOMMABLE		
Désignation	Quantité	Observations
Liquide vaisselle	1	750 ml
shampooing	1	250 ml
Bain moussant	1	500 ml
Coca-cola	1	1,5 l
Gobelets transparents	25	
Etiquettes blanches	6	Pour coller sur les gobelets
Pailles	18	
Papier essuie-tout	2	

MATERIEL SPECIFIQUE		
Désignation	Quantité	Observations
Trombones	15	
Assiettes en plastique blanches	6	Font office de plateaux
Cure-dents	25	
Morceaux de filet à fruits	5	De petite taille
Morceaux de filet à fruits	5	De grande taille
Bouchon de bouteilles de vin	6	
Compte-gouttes	3	
Moules bulles triangulaires en 3 D	1	en cure-pipe
Moule 3D carré	1	en cure-pipe
Grand moule rond	1	
Grand moule	1	rond entouré de ficelle
Petit moule rond	5	
Moule triangulaire	4	
Moule carré	3	
Petit moule rectangle	2	

Produit pour faire des bulles

Pour toutes les séances de ce sujet d'étude, on pourra utiliser du produit vaisselle à l'exception de la séquence 7 qui nécessite de fabriquer une solution particulière.

Recette pour fabriquer les solutions savonneuses

Ingrédients :
4 parts de glycérine
1 part de sirop d'érable
2 parts de produit vaisselle DAWN (provenance des Etats Unis)

Quelques remarques :

Il est préférable de faire le mélange deux ou trois jours avant de l'utiliser et le laisser reposer dans un récipient ouvert. La solution permet alors de réaliser de plus grosses bulles.

Séquence 1

Que faut-il pour faire des bulles?

Résumé : Après avoir proposé leurs idées sur ce qu'il faut (et ce qu'il faut faire) pour obtenir des bulles, les élèves vont comparer les bulles réalisées en soufflant dans différentes solutions.

Objectifs du maître :

- Solliciter les élèves pour qu'ils proposent différents objets, mélanges et éventuellement techniques pour faire des bulles,
- Faire observer des bulles pour obtenir un classement en construisant ainsi l'idée qu'un produit savonneux permet d'obtenir des bulles d'une "meilleure qualité".

Matériel :

Pour chaque élève : page du cahier d'expérience, une paille.

Pour chaque groupe de 2, 3 ou 4 : 2 ou 3 gobelets en plastique transparent pour chacune des 2 séances (il faudra noter le nom du mélange sur chaque gobelet).

Pour la classe : différents produits à utiliser purs ou à mélanger (eau, liquide vaisselle, shampoing, bain moussant, savon, boissons gazeuses...), 2 grandes affiches (une pour chaque séance), du papier absorbant pour protéger les tables.

Durée : 2 séances d'environ 1 heure.

Déroulement et but de l'enfant :

Séance 1

Collectivement :

[N.B. : L'enseignement pourra éventuellement lire une histoire à propos de bulles pour amener la question introduisant ce sujet d'étude. Il peut tout aussi bien faire le choix de la lire à la fin du module ou de mettre les élèves en situation d'imaginer un récit fictif à propos de bulles, en lien avec les arts plastiques.]

Question posée aux élèves : "Que faut-il pour faire des bulles ?". Les élèves penseront à l'objet à bulles, au produit, éventuellement à la façon de faire. Noter leurs propositions au tableau et orienter la discussion sur le produit. Les aider à songer tout autant au produit savonneux qu'aux boissons gazeuses (l'idée de boisson devrait amener les élèves à parler de paille).

Noter les propositions des élèves au tableau ou directement sur l'affiche prévue à cet effet.

Quand elles sont suffisamment riches, dire aux enfants qu'ils vont pouvoir essayer certaines de leurs idées : ils feront des bulles avec trois des mélanges qu'ils auront proposés, une paille, et devront les observer. Trois mélanges paraissent suffisants pour une première observation ; les mélanges seront de différentes natures : savonneuse, gazeuse...

Présenter la fiche de compte rendu (prévoir des étiquettes mots à coller pour les noms des mélanges si les élèves ont des difficultés à écrire).

Par binôme ou groupe de 4 :

Les élèves font des bulles et les observent.

Circuler parmi les groupes pour inciter les élèves à une observation précise et comparative entre les différents mélanges (taille, durée des bulles).

Rappeler qu'il faut prendre note des observations.

Quand les élèves ont eu assez de temps, ramasser les feuille



de compte rendu. Expliquer qu'au cours d'une deuxième séance ils pourront essayer deux ou trois autres produits et finir de remplir leur fiche de compte rendu

Séance 2 :

Collectivement :

Inciter les enfants à se souvenir de leurs premières observations afin que lors de cette séance, les critères d'observation soient plus clairs (durée, taille, couleur...) et l'observation plus intentionnelle.

Redonner à chacun sa fiche de compte rendu.

En binôme ou groupe de 4 :

Déroulement identique à celui de séance précédente.

Synthèse et structuration :

Collectivement

Les groupes échangent leurs observations et leurs descriptions sur les bulles produites avec les différents mélanges. Noter leurs remarques au tableau.

Demander alors aux élèves de regrouper les produits qui se ressemblent, de faire "des familles", puis de trouver un nom à ces "familles".

Retenir collectivement un classement qui tienne compte des observations des élèves: référence à la durée (non quantifiée), à la taille, aux couleurs. Puis amener les élèves à réfléchir à la raison possible qui explique que tel ou tel mélange fonctionne mieux (il contient du "savon").

Faire ultérieurement l'affiche prévue à cet effet qui rendra compte de la synthèse, pour poursuivre le travail avec les élèves.

<u>"les plus belles bulles"</u>	<u>"celles qui éclatent tout de suite"</u>
eau + shampooing	boisson gazeuse
eau + liquide vaisselle	eau froide + eau chaude
eau + bain moussant	
↳ plein de bulles	↳ peu de bulles
↳ elles durent longtemps	↳ elles éclatent trop vite
↳ elles brillent	↳ elles ne brillent pas
↳ elles ont des couleurs (rose, jaune, bleu, vert, arc-en-ciel)	↳ elles n'ont pas de couleur

<p style="text-align: center;">Séquence 1 Différents mélanges pour faire des bulles</p>

<i>Mélanges</i>	Ecris et dessine ce que tu observes quand tu souffles dans le mélange.

Séquence 2

Quels supports pour quelles bulles?

Résumé : Après avoir émis des hypothèses les élèves utilisent différents supports et comparent les bulles obtenues.

Objectifs du maître :

- faire établir des relations entre objet utilisé et les bulles obtenues,
- faire établir des relations entre la façon d'utiliser un objet et les bulles obtenues,
- faire découvrir qu'une bulle est ronde quelle que soit la forme de l'objet utilisé,

Durée : 1 séance d'environ 1 heure 15'.

Matériel :

Pour chaque élève : la page du cahier d'expériences.

Pour chaque groupe de 2, 3 ou 4 élèves : les 7 objets proposés (voir annexes à la fin de cette séquence : propositions de fabrication de supports), un récipient pour le mélange savonneux.

Pour la classe : les affiches des séances précédentes, une affiche reproduisant la page du cahier d'expériences, du mélange savonneux.

Déroulement et but de l'enfant :

Collectivement : rappeler le travail précédent, puis dire aux élèves qu'ils vont cette fois travailler avec un seul mélange, savonneux (donc efficace) mais différents supports (pas la paille). Expliquer qu'avant de faire des bulles ils devront observer les supports proposés et prédire, en essayant d'expliquer pourquoi, selon leur avis, chaque objet permettra ou non de faire des bulles.

Présenter les différents objets et la page du cahier d'expériences.

Distribuer les objets et les pages du cahier d'expériences.

En groupe : Les prédictions

Les élèves émettent des hypothèses quant à la possibilité de réussir ou non à faire des bulles avec tel ou tel objet. L'enseignant circule, aide les groupes à échanger, questionne pour obtenir des hypothèses argumentées (exemple : les élèves diront peut-être que l'objet triangulaire ne fonctionne pas à cause de sa forme, ou le grand rond à cause de sa taille...). Les élèves remplissent la colonne "hypothèse" de la page du cahier d'expériences.

Collectivement : faire échanger les groupes sur les idées qu'ils ont à propos des différents objets et la possibilité qu'ils offrent ou non de réussir à faire des bulles. Les élèves auront des idées différentes : certains diront que le triangle et le rectangle ne fonctionneront pas à cause de leur forme alors que d'autres diront que les bulles seront triangulaires et rectangulaires...

Noter les différentes hypothèses et leurs explications sur l'affiche reproduisant la page du cahier d'expériences. Lorsque les élèves ont constaté leurs désaccords, les inciter à dire qu'il faut essayer pour savoir.

En groupe : Vérification (prévoir cette séance sous un préau ou en extérieur et laisser les pages du cahier d'expériences en classe).

Les élèves essaient les différents objets. Les inciter à observer attentivement les bulles ; écouter leur étonnement, les questionner.

Questions guides possibles : " Comment sont les bulles de tel ou tel objet ? Que fait cette bulle ? Pourquoi éclate-t-elle ? Pourquoi s'envole-t-elle ? Comment est cette bulle? (taille, couleur...) quelle est la différence lorsque tu souffles et lorsque tu promènes l'objet dans l'air ?..."

Le questionnement, rappelons-le, vise en partie à amener les élèves à faire un maximum d'observations qui serviront de point d'appui aux travaux ultérieurs (taille, durée, solidité, rôle de l'air, des obstacles...). Lorsqu'on regarde attentivement une bulle qu'un élève aura par exemple rattrapé sur son support, on peut voir le liquide qui s'écoule sur le côté, et la bulle qui éclate vers le haut au bout d'un moment.

Quand les élèves ont eu assez de temps, retour en classe pour remplir la colonne "vérification" de la page du cahier d'expériences.

Synthèse et structuration :

Les groupes échangent pour infirmer ou confirmer les hypothèses (ou prédictions) émises au départ. Enregistrer les résultats au fur et à mesure sur l'affiche reproduisant la page du cahier d'expériences. Au cours de ces échanges, amener les élèves à formuler l'idée que, si la taille du support modifie la taille des bulles (gros support = grosses bulles), la forme de celui-ci n'a pas d'influence (elles sont toujours rondes à partir du moment où elles ne sont plus en contact avec l'objet à bulles; elles peuvent être ovales, notamment si on déplace l'objet dans l'air, le temps de leur formation).

Questions guides possibles pour des remarques diverses: " Les bulles ont-elles des formes différentes ? Ont-elles toujours la même taille ? Pourquoi ? Quelles sont celles qui éclatent le plus vite ? Qu'est-ce qui les fait éclater ? Certains ont rattrapé la bulle qu'ils venaient de fabriquer avec leur support et l'ont observée, qu'avez-vous constaté ? Avez-vous trouvé différentes manières d'utiliser l'objet ? Est-ce que ça donne des bulles différentes ?...".

Prendre note de leurs observations et éventuelles questions et les écrire sur une affiche pour servir de base à la (aux) séance(s) suivante(s).

Faire des bulles avec différents objets et un seul mélange savonneux.

objets	bulles ? oui ou non ?	
	hypothèses	vérification
	oui	oui
	oui - non -> trop grand.	oui
	oui - non -> à cause de la forme.	oui
	oui - non -> à cause de la forme	oui
	oui - non -> forme, trop mou.	oui
	oui - non -> à cause du trou.	oui
	oui - non -> le liquide ne tiendra pas.	oui

Séquence 2
Faire des bulles avec différents objets
et un seul mélange savonneux

Objets	Bulles ? oui ou non?	
	Hypothèses	Vérification

Séquence 3

Quelles sont les bulles les plus solides ?

Résumé : Les élèves cherchent comment réaliser des bulles assez solides.

Objectifs du maître :

Faire réinvestir les remarques faites au cours de la séance précédente et utiliser l'expérimentation pour répondre à deux questions «Y a-t-il des bulles plus solides que d'autres ? Comment faire pour les obtenir ?».

Durée : 1 séance d'environ 1heure.

Matériel :

Pour chaque élève : la page du cahier d'expériences.

Pour chaque groupe de 4 : une assiette contenant du produit à bulles, 2 ou trois supports (objets à bulles) différents.

Pour la classe : les affiches relatant les précédentes séances de travail.

Déroulement et but de l'enfant :

Collectivement : Rappel de la séquence précédente (rôle des supports, manière de fabriquer les bulles, obstacles...).

Présenter le but du jour aux élèves : réussir à fabriquer des bulles solides, qui durent assez longtemps. Chaque groupe choisira deux ou trois supports pour répondre de manière réfléchie à ce défi.

En groupe de 4 : Les élèves se mettent d'accord sur les supports qu'ils pensent utiliser pour relever le défi. Présenter la page du cahier d'expériences où les élèves noteront l'objet et la méthode qui leur a le mieux permis d'atteindre le but fixé. L'enseignant circule en demandant aux élèves d'explicitier leurs choix. Certains élèves, ayant moins bien observé la fois précédente, et/ou réfléchissant moins au but à atteindre, choisiront sans doute des supports peu efficaces pour le simple plaisir de les utiliser.

Distribuer le matériel demandé. Puis se rendre dehors (à l'abri du vent) ou dans un lieu fermé, différent de la classe (si possible), pour réaliser l'expérience.

Donner aux groupes du produit à bulles. Les élèves essayent alors les supports qu'ils ont choisis et observent les résultats. L'enseignant circule pour encourager l'observation la plus précise possible de la relation de cause à effet.

Questions guides possibles : « Quel est le support qui vous permet d'obtenir les bulles les plus solides ? Pourquoi ? Quelle est la technique la plus efficace ? Pourquoi ?... ».

Les encourager à observer les bulles obtenues par ceux qui utilisent des supports différents pour faciliter la synthèse.

Retour en classe pour remplir la page du cahier d'expériences avant la synthèse.

Synthèse et structuration

Collectivement : les groupes échangent leurs observations et conclusions. Les questionner comme cela a été fait en petits groupes pour les aider à conclure collectivement.

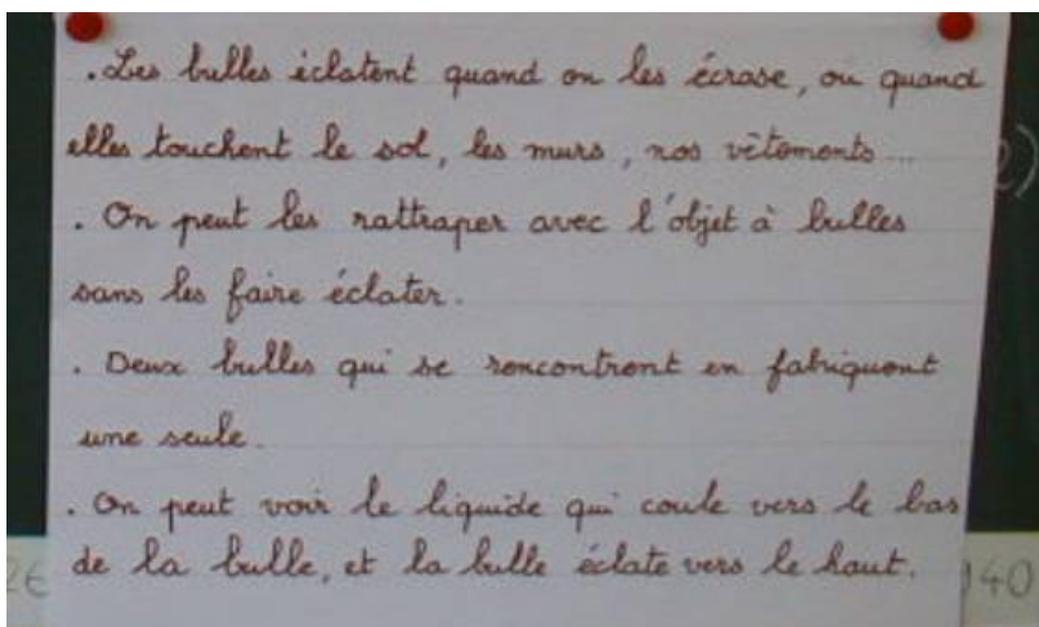
Logiquement ils arriveront à s'accorder pour dire que les petits supports convenaient mieux pour répondre au défi. S'ils ont constaté que les petites bulles durent plus longtemps leur demander pourquoi. Certains élèves penseront peut-être à l'idée d'un ballon qu'on gonfle, dont la peau s'étire devient de plus en plus fine finit par éclater.

S'ils ont constaté que souffler est plus efficace (donne une seule bulle mais qui dure plus longtemps) qu'en promenant l'objet dans l'air (donne plusieurs bulles), leur demander pourquoi, même si la notion d'une quantité de produit partagée en plusieurs bulles (donc là encore une pellicule plus fine) est peut-être difficile à concevoir pour de jeunes élèves.

Parfois certains élèves restent sceptiques ; soit ils n'ont pas expérimenté tous les objets et ne peuvent comparer, soit ils évaluent mal la durée de vie des bulles (notion de temps non mesuré), soit ils ont constaté que les obstacles rencontrés par la bulle diminuait sa durée de vie.

Dans ce cas, refaire ce travail en établissant un protocole plus précis : l'usage du chronomètre paraît difficile, le comptage par les élèves est aléatoire, un métronome à vitesse lente pourrait convenir. Penser à ne faire varier qu'un paramètre à la fois, soit le support, soit la manière de souffler ; il conviendra de refaire au moins trois fois chaque essai,

compte tenu des paramètres sur lesquels nous n'avons pas de prise : quantité de produit mise sur le support, rôle des obstacles et de l'air).



Séquence 3
Quelles sont les bulles les plus solides ?

Quelles sont les bulles les plus solides ?

.....

Parmi ceux que tu as utilisés, quel est l'objet qui fonctionne le mieux, pour obtenir ces bulles plus solides?

.....

Parmi celles que tu as utilisées, quelle est la méthode qui fonctionne le mieux pour obtenir ces bulles les plus solides?

.....

.....

.....

Séquence 4

Les bulles sont-elles si fragiles?

Résumé : Après avoir essayé de casser des bulles avec différents objets, les élèves seront mis au défi de réussir à toucher une bulle sans la casser et même de réussir à faire entrer un objet à l'intérieur de la bulle sans la faire éclater.

Objectifs du maître :

- Faire comprendre qu'un film savonneux est une pellicule fragile sensible aux contacts, aux chocs, aux courants d'air, à la chaleur.
- Faire découvrir qu'il est toutefois possible de toucher une bulle, de la manipuler avec les mains ou différents objets à condition qu'ils soient mouillés.

Durée : 2 séances d'environ une heure.

Matériel :

Séance 1

Pour chaque élève : la page du cahier d'expériences, une paille.

Pour chaque groupe de quatre ou binôme : un plateau pour faire les bulles, du produit à bulle dans un gobelet, différents objets pour casser les bulles (ciseaux, capuchons de stylos, trombones...).

Pour la classe : les affiches précédemment remplies.

Séance 2 : idem mais pas de page de compte rendu. Prévoir en plus de l'eau dans un gobelet pour chaque groupe ou seulement une partie d'entre eux, en fonction du déroulement de la séance précédente et/ou du choix de l'enseignant.

Déroulement et but de l'enfant :

Séance 1 :

Collectivement

En s'appuyant sur les séances précédentes et leurs conclusions demander aux élèves s'il est facile de casser les bulles, avec quoi ? Qu'est-ce qui les fait éclater ?

Préciser que cette séance va se dérouler en classe, et qu'ils feront des bulles seulement avec des pailles, pas dans l'air mais sur un plateau ; il ne faudra pas que les bulles s'envolent. Présenter les objets et leur demander s'ils pensent pouvoir faire éclater leurs bulles avec.

Les élèves seront sans doute persuadés que oui, à juste titre. Présenter alors le défi suivant : réussir à toucher les bulles sans les faire éclater.

Lire collectivement la fiche de compte-rendu d'expérience.

En groupe (de 2, 3 ou 4)

Les élèves font une bulle dans le plateau et la font éclater avec les objets proposés et tout autre qui leur semble intéressant d'essayer.

Circuler rapidement auprès de chaque groupe pour leur faire formuler qu'on réussit facilement à casser les bulles avec n'importe quel objet. Les inciter alors à essayer de toucher une bulle sans la casser.

Questions guides possibles : "Lorsque nous avons fait des bulles dehors certains enfants arrivaient à rattraper leurs bulles sur leur objet à bulle ; à votre avis pourquoi ? De quoi est faite la bulle ? Décrivez-la (produit savonneux, ronde, mouillée). Et l'objet, comment est-il ? Que se passait-il quand deux bulles se rencontraient ? (elles en fabriquaient une plus grosse, mais n'éclataient pas)...".

N.B : En fait très rapidement, en manipulant le produit à bulles avec les objets, les élèves ont du produit sur les mains, les objets sont également mouillés. Les élèves vont donc pouvoir assez vite constater qu'ils peuvent toucher les bulles sans les faire éclater. Si l'hypothèse n'a pas été émise par le groupe à priori (ce sera sans doute le cas), les élèves pourront toutefois offrir une explication à posteriori, grâce à l'observation, la réflexion et la mise en lien de différentes informations.

Certains groupes réussiront même sans doute au début par hasard puis par jeu à faire entrer des objets dans les bulles.

Quand les élèves ont eu assez de temps, rassembler le matériel, nettoyer les tables si nécessaire et, après un bref rappel du contenu de la page de compte rendu, demander aux élèves de la remplir.

Synthèse et structuration

Faire construire l'idée que la bulle est fragile car la pellicule est très fine : donc l'air et les chocs la cassent ; les choses chaudes ou sèches la cassent aussi (si un travail préalable dans un autre domaine, avait permis d'observer le phénomène de l'évaporation, les élèves y penseront peut-être, mais il n'est pas indispensable qu'ils parviennent à cette idée).

Aider les élèves à émettre des hypothèses, à trouver des explications possibles permettant de comprendre pourquoi un objet mouillé par le produit à bulle ou de l'eau permet de toucher et même pénétrer à l'intérieur de la bulle sans la casser.

Séance 2 :

Collectivement

Rappel de la séance précédente.

But du jour : chaque groupe doit parvenir à faire entrer un objet dans une bulle et vérifier s'il est nécessaire de mouiller l'objet avec du produit à bulle ou si l'eau suffit.

Par groupe

Les élèves réalisent l'expérience. Circuler parmi les groupes et encourager une observation précise. Par exemple : Est-il plus facile de faire entrer l'objet par le côté ou par le haut ?

Synthèse et structuration :

Amener les enfants à conclure qu'il suffit que l'objet soit mouillé, même avec de l'eau. Faire émerger l'idée que la bulle est moins solide en haut (elle éclate plus facilement si on cherche à entrer l'objet par le haut) ce qui confirmera peut-être des observations précédentes (on peut voir le liquide couler vers le bas et la bulle éclate vers le haut). Ces remarques serviront de point d'appui à la séance suivante pour aider les élèves à répondre à un nouveau défi.



<p>Séquence 4 : Les bulles sont-elles si fragiles ?</p>

1) Casser une bulle :

Objet	Casse-t-il la bulle? Oui ou non? (tu peux noter tes observations si tu le souhaites).
stylo	
cure-dents	
bouchon	
main	

2) Défi : toucher une bulle sans la casser :

Avez-vous réussi à toucher la bulle sans la casser?

.....

Avec quoi? Comment ?

.....

.....

.....

Séquence 5

Comment prolonger la vie d'une bulle ?

Résumé : Les élèves essaient de retarder le plus longtemps possible l'éclatement d'une bulle.

Objectifs du maître :

- Faire réinvestir les découvertes et observations précédentes pour trouver une solution à un problème posé (émission d'hypothèses et propositions de protocole d'expérience).
- Faire découvrir que l'on peut faire durer une bulle très longtemps en l'alimentant en eau régulièrement.

Durée : 1 séance d'environ 1 heure.

Matériel :

Pour chaque élève : feuille de compte rendu, une paille.

Par groupe de 2, 3 ou 4 élèves : pour la moitié des groupes : un plateau ou une assiette pour faire les bulles, du produit à bulle dans un gobelet, des pipettes pour alimenter les bulles en eau ou en produit goutte à goutte ; pour l'autre moitié, la même chose avec un gobelet d'eau.

Pour la classe : les affiches de la classe des séances précédentes.

But de l'enfant et déroulement :

Collectivement

Question aux élèves : "Si vous faites une bulle dans le plateau et que vous attendez, que se passe-t-il ?". Les élèves savent déjà qu'au bout d'un certain temps, elle éclate. Leur présenter alors le défi de la séance : *Faire durer une bulle le plus longtemps possible, c'est à dire l'empêcher d'éclater.*

Les élèves mènent ensemble un raisonnement qui s'appuie sur leurs expériences et observations précédentes. Il doit leur permettre de proposer une solution pour relever le défi. En voici un exemple :

Une bulle est faite avec de l'eau et un produit savonneux, on peut la toucher et mettre un objet mouillé dedans sans qu'elle éclate alors que ce n'est pas le cas avec un objet sec. On a vu que le produit coule vers le bas de la bulle et qu'elle éclate vers

le haut. Il y a de moins en moins de produit, la bulle devient de plus en plus fine à cet endroit ; elle est fragile, donc elle éclate.

Avec tous ces éléments les élèves guidés par le maître peuvent proposer d'ajouter du produit ou de l'eau. Faire préciser où (vers le haut) et comment (délicatement).

Avant d'expérimenter, présenter les pipettes aux élèves et en expliquer le fonctionnement.

Rappeler le déroulement de l'expérience qui doit répondre à l'hypothèse : il faut donner de l'eau ou du produit à la bulle (en fonction de ce que les élèves auront dit).

Inciter les élèves à se donner des rôles précis au sein de chaque groupe.

Distribuer le matériel.

En groupe :

Les élèves essaient de prolonger la vie d'une bulle en utilisant la méthode qu'ils ont proposée.

Le maître circule et encourage l'observation et l'explicitation du phénomène observé (pourquoi ça fonctionne). En fonction de l'âge et des acquis des élèves, une mesure de la durée de vie d'une bulle sera envisagée différemment (ressenti, chronomètre, métronome, sablier....).



Synthèse et structuration : confirmer qu'en alimentant la bulle en produit ou en eau (délicatement par le haut), pour compenser la perte de liquide qui s'écoule latéralement, il est possible de prolonger très longtemps sa durée de vie.

prénom :

date :

Séquence 5
Comment prolonger la vie d'une bulle ?

Fais un schéma pour expliquer comment tu as réussi à prolonger la vie d'une bulle.

Séquence 6

Faire de très grosses bulles

Résumé : Au cours des séances précédentes, les élèves ont observé que les grosses bulles ne durent pas longtemps. Dans cette séquence, les élèves découvrent qu'il est toutefois possible d'obtenir de très grosses bulles qui n'éclatent pas tout de suite sous certaines conditions (optimisation de tous les paramètres).

Objectifs :

- Faire réinvestir les découvertes précédentes pour faire réfléchir les élèves à ce qui pourrait permettre d'obtenir de très grosses bulles (solution, support, technique).
- Faire découvrir la propriété d'absorption de certains matériaux, qui permettent ainsi d'avoir "une réserve" de produit à bulles sur le support, favorisant la formation de très grosses bulles assez solides.

Matériel :

Pour la classe : solution spéciale pour les grosses bulles (voir page « Matériel »), quelques centimètre de fil de fer et de ficelle pour la synthèse.

Pour chaque groupe de 4 : 2 grands supports (avec et sans ficelle enroulée autour du fil de fer) et les supports des séances précédentes, 1 récipient assez grand pour l'utilisation correcte des grands supports.

Pour chaque élève : la page du cahier d'expériences.

Prévoir la séance en dehors de la classe (plutôt un préau pour ne pas être gêné par le vent).

But de l'enfant et déroulement :

Collectivement :

Lancer le nouveau défi : « Faire des bulles qui durent assez longtemps ». Demander aux élèves comment ils pourraient s'y prendre pour obtenir le résultat souhaité.

Dans un premier temps, les élèves vont peut-être affirmer que cela n'est pas possible compte tenu de leurs découvertes précédentes. Les questionner pour qu'ils dépassent ce stade. **Questions guides possibles** : "quel était le support qui fonctionnait le mieux pour obtenir de grosses bulles ? Quel produit ? Quelle façon de faire la bulle ?..." (grand support, mettre beaucoup de produit sans agiter la solution, souffler délicatement). Aider les élèves à construire l'idée que, pour réussir à faire des bulles encore plus grosses, ils ont besoin d'une solution efficace, d'un support encore plus gros. Lorsqu'ils ont suffisamment réfléchi, leur dire qu'effectivement ils ont déjà trouvé une partie de la réponse et que pour les aider à réussir leur défi et répondre à leur demande, ils vont disposer d'un nouveau produit encore plus efficace et de

nouveaux supports (présenter les deux types de grands supports, avec et sans ficelle) et les faire décrire ; préciser qu'ils pourront aussi utiliser les anciens supports s'ils le désirent.

Présenter la page du cahier d'expériences.

Par groupe : A l'extérieur, les élèves choisissent les supports qu'ils pensent les mieux adaptés puis essayent de faire de grosses bulles qui n'éclatent pas tout de suite. Par le questionnement, encourager les élèves à réfléchir pour trouver la meilleure technique. **Questions guides possibles** : "Comment fais-tu pour mettre du produit sur ce support ? Lequel fonctionne le mieux ? Pourquoi, à ton avis ? Vaut-il mieux souffler ou déplacer le support dans l'air ?..."

Retour en classe. Les élèves remplissent la page du cahier d'expériences.

Synthèse et structuration :

Faire échanger les groupes sur leurs observations, de manière à confirmer les hypothèses émises en début de séance. Les élèves seront sans doute d'accord pour dire que les deux grands supports conviennent mieux, qu'il faut mettre suffisamment de produit sur le support et le faire délicatement ; qu'il vaut mieux déplacer l'objet que souffler (ce qui sera peut-être une surprise et apparemment contradictoire avec les découvertes précédentes ; mais il est impossible de gonfler la totalité de la pellicule du support avec la bouche).

Demander enfin aux élèves quel est celui des deux grands supports qui fonctionne le mieux ; les amener à se demander pourquoi c'est celui qui a de la ficelle. Orienter la discussion sur la description des matériaux (fil de fer, ficelle) et sur leurs propriétés respectives connues et faire faire le lien avec les propriétés connues de l'eau (un liquide) pour faire construire l'idée



que l'absorption du produit à bulle par la ficelle permet d'avoir plus de produit sur le support et donc d'obtenir une bulle plus solide. Lorsque l'idée a été construite, elle pourra être confirmée en trempant les deux matériaux dans un seau d'eau, puis en les retirant et en observant ce qui se passe.

Compléter les affiches de la classe.

Séquence 6
Faire de grosses bulles

Tu as essayé différents objets pour faire de grosses bulles.
Dessine celui qui fonctionne le mieux (celui qui permet de faire de grosses bulles qui n'éclatent pas tout de suite).

A ton avis pourquoi cet objet fonctionne-t-il bien?

.....

.....

.....

Séquence 7

Créer des figures avec des bulles

Résumé : Individuellement, les élèves imaginent puis réalisent des figures en bulles.

Objectifs du maître :

Proposer une situation nouvelle nécessitant imagination et réinvestissement de connaissances pour évaluer ce que les élèves ont retenu des travaux antérieurs.

Matériel :

Pour la classe : toutes les affiches de compte-rendus qui ne seront visibles qu'au moment de la synthèse, des cure-dents, des pipettes, de l'eau, et différents petits objets qui pourront être utilisés librement par les élèves, si possible un appareil photo.

Pour chaque élève : une assiette ou un récipient plat légèrement plus grand (éventuellement de couleurs différentes pour un meilleur rendu plastique), 1 récipient contenant du produit à bulles (assez visqueux, pour éviter que les bulles ne glissent et ne se collent contre les bords de l'assiette), une paille, la page du cahier d'expériences.

Durée : 1 séance d'environ une heure. La phase de synthèse sera conduite différemment selon qu'il aura été possible ou non de faire des photos (différée ou non).

Déroulement et but de l'enfant :

Collectivement :

Demander aux élèves si, au cours des expériences précédentes, ils ont déjà observé plusieurs bulles collées ensemble. La réponse sera forcément positive. Puis leur expliquer que le défi du jour sera de réaliser une figure, une construction en bulles. Préciser que le travail sera individuel et décrire le matériel dont ils disposeront. Ajouter qu'avant de recevoir tout le matériel, ils vont essayer de prévoir à l'avance la construction, la forme qu'ils réaliseront ; présenter à ce moment la page du cahier d'expériences. Eventuellement demander à quelques volontaires de dire aux autres ce qu'ils pensent réaliser pour stimuler l'imagination de chacun.

Individuellement :

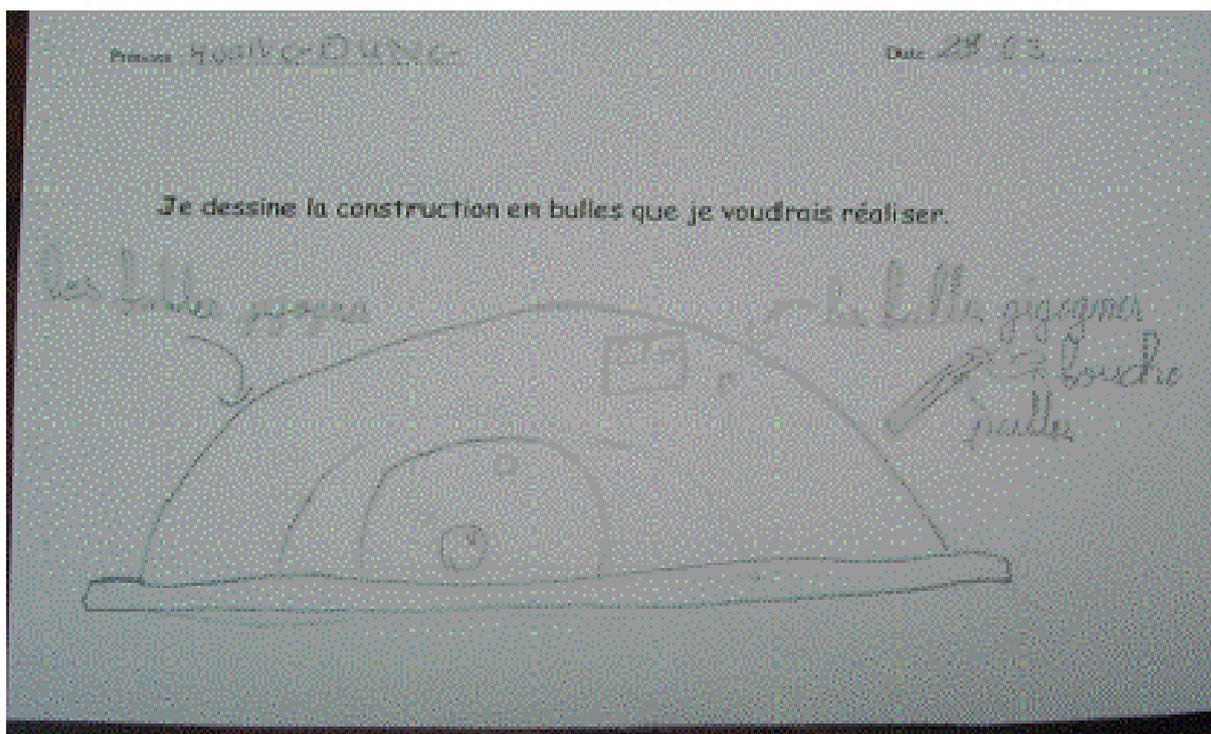
Les élèves dessinent leur future réalisation en bulles et lui donnent si possible un nom. Circuler pour encourager chacun.

Quand les élèves ont eu suffisamment de temps, distribuer une assiette, une paille, du produit à chaque élève et rappeler qu'il y a à leur disposition du petit matériel sur une table prévue à cet effet (petits objets, cure-dents, pipette, eau...).

Laisser les élèves agir en les encourageant à être fidèles à leur projet initial (sans en faire une contrainte absolue) soit que la difficulté soit trop grande, soit que l'élève ait finalement une idée qui le séduise davantage. Observer si les élèves parviennent à manipuler les bulles sans les faire éclater, à introduire des objets dedans, à éliminer les bulles superflues ou gênantes (pensent-ils par exemple à utiliser un cure-dents, à le changer quand il ne fonctionne plus une fois mouillé, pensent-ils à prolonger la vie de leurs bulles pour arriver au bout de leur réalisation...).

Prendre des photos si possible, compte tenu du caractère éphémère des constructions ; si elles ne sont pas nécessaires à l'évaluation pour le maître, elles permettront une synthèse plus précise.

Laisser le temps nécessaire à chacun.



Synthèse et structuration :

Elle vise essentiellement à faire un rappel de l'ensemble des acquis inhérents aux séances précédentes, celle du jour ayant une fonction de réinvestissement (les petites bulles sont plus solides, toutefois on peut prolonger la vie d'une bulle même de taille importante en l'alimentant en eau, on peut les manipuler avec les mains mouillées...).

Elle fera peut-être surgir de nouvelles observations concernant par exemple les couleurs ou les reflets, ou encore que les bulles ont une surface de contact "aplatie".

Si des photos ont été prises, elles constitueront une bonne base de discussion : comparaison avec le projet initial et commentaires techniques image à l'appui. Prévoir dans ce cas une synthèse en léger différé (différé le plus bref possible)

Faire échanger les élèves. **Questions guides possibles:** "Avez-vous réussi à faire la construction prévue ? Pourquoi ? Comment ? Qu'avez-vous fait d'autre ? Pourquoi ?

N.B. : *Un lien intéressant peut se faire avec les arts plastiques : éventuellement en amont en créant des figures à base de formes géométriques découpées, pour mettre en place un répertoire possible facilitant la créativité des élèves avec les bulles, ou à l'inverse après.*

On pourra aussi imaginer que chaque élève représente sa figure en travaillant les couleurs, les encres, la transparence, les reflets...



Séquence 7
Créer des figures avec des bulles

Dessine la figure en bulles que tu voudrais réaliser.

Séquence 8

La mousse

Résumé : les élèves fabriquent deux mousses différentes et les observent.

Objectifs du maître :

- Faire observer de façon attentive que la mousse est constituée d'un assemblage de bulles.
- Aider les élèves à constater que les bulles de l'assemblage sont différentes de celles d'une bulle isolée : forme (bord aplatis) et comportement (bien que constituée de liquide, la mousse, par certains aspects se comporte comme un solide).
- Utiliser ce paradoxe pour éventuellement aborder les notions de liquide et de solide (amorcer un travail ultérieur).

Durée : 1 séance d'environ 1 heure.

Matériel :

Pour la classe : Les affiches des séances précédentes.

Pour chaque groupe (faire des groupes de 2 si possible) : deux petits récipients contenant de l'eau et du produit à vaisselle, un plateau pour protéger les tables, deux types de paille ou tuyaux d'un diamètre très différent (un très gros, un très petit).

Pour chaque élève : la page du cahier d'expériences.

Déroulement et but de l'enfant :

Collectivement :

Demander aux élèves s'ils ont pu observer de la mousse au cours des séances précédentes ou dans la vie courante. Leur demander à quoi elle ressemble, à quoi elle leur fait penser, comment elle se forme, comment elle se comporte... Noter au tableau les propositions et les descriptions qui seront peut-être évasives.

Dire alors aux élèves qu'ils vont fabriquer deux mousses différentes et les observer attentivement, afin de compléter leurs propositions ou d'en vérifier certaines

Présenter la page du cahier d'expériences et distribuer le matériel.

En groupe :

Les élèves fabriquent les deux mousses et les observent. Encourager une observation précise et comparative des deux mousses. **Questions guides possibles** : "A quoi ressemble cette mousse ? Et celle ci ? Quelles sont les différences entre les deux ? Les ressemblances ? Que se passe t-il quand tu touches la mousse ?". Si les élèves expriment l'idée qu'il s'agit d'un assemblage de bulles, les inciter à observer isolément les bulles de l'assemblage : "Sont-elles comme une bulle que tu as faite avec les supports ? Qu'est-ce qui est différent ? ...".

Synthèse et structuration :

La mousse est un assemblage de bulles, mais celles ci ont une forme particulière : surface de contact légèrement aplatie.

La mousse peut se manipuler assez facilement, presque comme un solide, pourtant elle est constituée de liquides (eau produit + vaisselle).

Collectivement :

Faire échanger les élèves sur les observations qu'ils ont pu faire sans oublier de les comparer à ce qu'ils avaient dit en début de séance. L'observation intentionnelle et fine aura forcément permis d'enrichir les propos. En faire prendre conscience aux élèves si nécessaire.

Reprendre le questionnement mené en groupe pour organiser les échanges entre les élèves.

Orienter en fin de séance la discussion sur le comportement de la mousse, son aspect lorsqu'on la regarde de loin dans son ensemble. Certains élèves seront sans doute amenés à la comparer à de la mousse synthétique (poids, mollesse), à du coton (poids, mollesse, aspect, couleur de la mousse à petites bulles)... Eventuellement refaire rapidement de la mousse et avoir à disposition du coton ou de la mousse synthétique. Comparer avec les élèves ; les aider à voir les différences notamment de comportement et à en comprendre la cause : si j'écrase la mousse en bulles ou le coton, je n'obtiens pas le même résultat ; le solide est différent du liquide et la mousse est constituée de liquides.

Séquence 8
Fabriquer de la mousse avec des objets différents

Fais le schéma des deux mousses que tu as fabriquées et note les différences et ressemblances.

mousse avec paille ou petit tuyau	mousse avec gros tuyau
<hr/>	<hr/>

**PROLONGEMENTS
DANS LE DOMAINE DE LA MAITRISE DE LA LANGUE**

QUELQUES PRODUCTIONS DU PROTUGAL

Comme des bulles de savon...

Comme des bulles de savon
Qu'on souffle et qui s'en vont
Les moments les plus chers
Sont souvent éphémères
Ils prennent les couleurs
Arc en ciel du bonheur
Et léger comme l'air
Nous font quitter la terre
Comme des bulles de savon
Qu'on souffle et qui s'en vont.

Auteur anonyme

Il était une fois un petit garçon triste qui vivait seul...

Un jour, on lui offrit une machine à faire des bulles... alors sa vie changea complètement.

Il faisait des choses extraordinaires avec cette machine, et en plus il n'était même pas triste. Un jour il a fait un autocar splendide, il a même pu y rentrer mais « PAF » elle a explosé.

Un jour, il a trouvé une fille, et il est tombé amoureux d'elle. Alors il a voulu faire une copie de cette petite fille mais avec des bulles de savon. Il a réussi vraiment ça, à la faire rester une très belle petite fille de savon. Mais il s'est passé la même chose qu'au début, elle a explosé.

Alors il a voulu lui demander si elle voulait être son amoureuse et devinez ce qu'elle a dit : « oui !!! ». il est resté tellement content qu'ils se sont mariés.

Rafaëla



ACCOMPAGNEMENT SCIENTIFIQUE

Une bulle de savon n'est rien d'autre qu'une fine membrane de mélange savonneux entourant un certain volume d'air (figure 1).

La simplicité d'une telle définition peut faire penser qu'une bulle ne cache rien de bien exceptionnel, et que son étude est d'une grande simplicité. Malheureusement, la réalité est fort différente et lorsque l'on s'interroge sur ce qui explique la forme des bulles, leur solidité ou encore la nécessité d'ajouter du savon à la solution, on comprend vite que le problème met en jeu des notions assez compliquées.

Pourtant, nous allons quand même tenter de répondre simplement à quelques questions parmi les plus importantes.

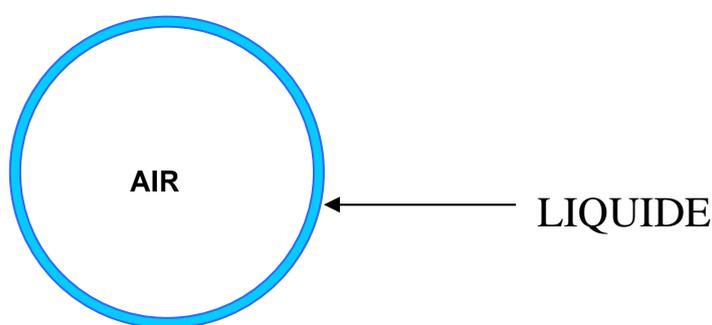


Figure 1 : une bulle de savon.

Pourquoi ne peut-on pas faire de bulles sans savon ?

Essayez de faire une bulle avec de l'eau pure et vous aboutirez à un échec. La nécessité d'ajouter du savon à la solution s'explique par l'étude de la cohésion des liquides.

Un liquide, quel qu'il soit, est constitué de molécules qui s'attirent les unes avec les autres, ce qui permet à l'ensemble de garder une certaine cohésion et de ne pas se disperser dans l'espace comme le feraient les molécules d'un gaz.

L'eau par exemple est constituée de molécules H_2O qui possèdent un pôle négatif (l'atome O) et deux pôles positifs (atomes H) : ces deux types de pôles s'attirent électriquement pour former une liaison intermoléculaire qui assure la cohésion du liquide à l'échelle macroscopique.

Ainsi, une molécule au milieu d'un liquide est attirée par ses molécules voisines de la même manière dans toutes les directions (il n'y a donc pas de force résultante, les différents efforts s'annulent entre eux), mais en surface les molécules sont attirées vers l'intérieur du liquide (elles n'ont pas de voisins dans l'autre direction). Il

en résulte une force qui s'exerce à la surface d'un liquide et qui est orientée vers le centre de ce liquide. Amener une molécule à la surface du liquide coûte de l'énergie : aussi plus la taille de la surface sera petite, moins on aura besoin de molécules en surface, et plus le système sera favorisé. Ce phénomène fait que l'on a dans un liquide une surface élastique qui veut être minimale : on appelle cela *la tension de surface*.

A ce stade de l'explication, il est important de noter que puisque dans un liquide les molécules s'attirent entre elles, la forme naturelle d'un liquide qu'on laisserait sans contrainte extérieure serait celle d'une goutte parfaitement sphérique, et même avec du savon, la forme d'une bulle ne représente pas pour le liquide quelque chose de naturel ou d'équilibré.

Cependant, si l'on ne peut pas obtenir une bulle avec de l'eau pure on peut y parvenir en diminuant la tension de surface du liquide. C'est dans ce but que l'on ajoute du savon. En effet, lorsque l'on souhaite former une bulle à partir d'un liquide, on doit étirer sa surface (comme un ballon de baudruche s'étire quand il gonfle), et donc agrandir celle-ci : on doit alors avoir un nombre plus important de molécules en surface ce qui coûte de l'énergie comme nous l'avons dit et ceci est donc défavorisé.

Lorsque l'on ajoute du savon, celui-ci se dissout dans l'eau et les molécules de savon se mélangent aux molécules d'eau. Or, les molécules de savon ont la particularité de posséder deux parties bien distinctes (figure 2) : une tête hydrophile qui a tendance à se mélanger à l'eau, et une queue hydrophobe qui au contraire va vouloir se placer hors de l'eau. Il en résulte que ces molécules de savon vont venir se placer en surface, « la tête dans l'eau » et la partie hydrophobe à l'extérieure. Contrairement aux molécules d'eau, celles de savon sont donc attirées par la surface et tendent donc à diminuer la tension de surface. Un étirement de celle-ci sera alors moins défavorable car la surface pourra être occupée par les molécules de savon.

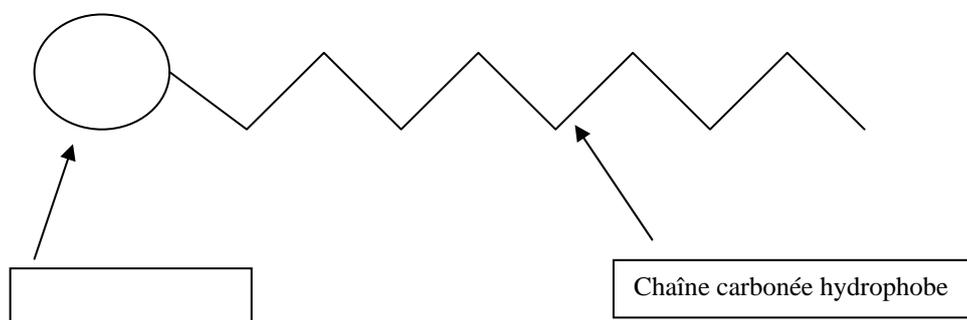


Figure 2 : une molécule de savon.

On a vu qu'une bulle est une fine membrane de liquide entourant de l'air. Dans une telle structure, le liquide possède deux surfaces (intérieure et extérieure) et sa structure est celle d'une bicouche organisée comme le montre la figure 3 :

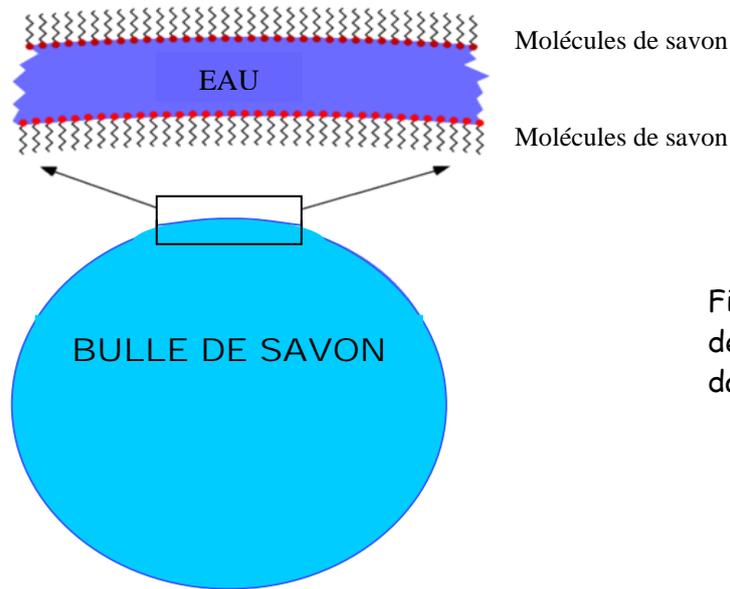
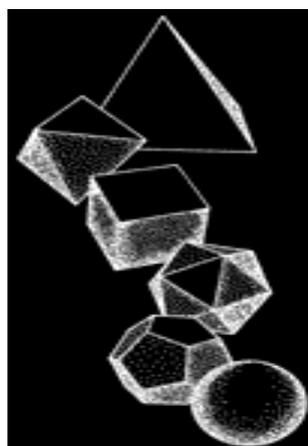


Figure 3 : organisation des molécules de savon dans un film savonneux.

Pourquoi les bulles sont-elles rondes ?

Comme nous l'avons vu, à l'intérieur d'un liquide les molécules s'attirent entre elles ; l'état d'équilibre (autrement dit l'état le plus stable, « naturel » en l'absence de perturbations) est donc toujours celui où la surface de contact entre le liquide et l'air est la plus petite. Or la surface qui enferme un volume donné avec l'aire la plus petite est la sphère.



FORME	Nombre de faces	volume	surface
tétraèdre	4	16 cm ³	46 cm ²
Cube	6	16 cm ³	39 cm ²
octaèdre	8	16 cm ³	37 cm ²
dodécaèdre	12	16 cm ³	34 cm ²
sphère	infini	16 cm ³	31 cm ²

Figure 4 : pour un même volume d'air enfermé, la sphère a la plus petite surface.

Cela a de nombreuses conséquences dans la nature. Par exemple :

- Un volume d'eau isolé a tendance à prendre la forme d'une sphère : l'eau forme des gouttes.

- Le cas d'une bulle est légèrement plus compliqué car le liquide a la forme d'une pellicule et il y a donc deux surfaces de contact avec l'air, à l'intérieur et à l'extérieur. Le volume d'air emprisonné étant fixe, on a toutefois le même principe que précédemment : ces surfaces devront être les plus petites possibles et compatibles avec le volume donné. La surface minimum autour du volume fixe est la sphère.

On peut par ailleurs remarquer que, d'après ce que l'on a dit, pour le liquide savonneux la forme stable est une goutte sphérique. Une bulle est un système hors d'équilibre donc instable : à la moindre petite fuite, elle se déchire et reprend l'aspect de gouttes.

C'est pour cela que les bulles ont une durée de vie aussi limitée et qu'elles éclatent aussi facilement à la moindre perturbation...

Explication possible pour les enfants :

Pour simplifier, on peut faire le raisonnement suivant sur l'air dans la bulle. L'air est constituée de petits personnages (les molécules) qui s'aiment beaucoup : ils veulent être proches les uns des autres. Ils s'arrangent donc pour qu'il y en ait le moins possible qui n'ai pas de voisins partout autour d'eux.

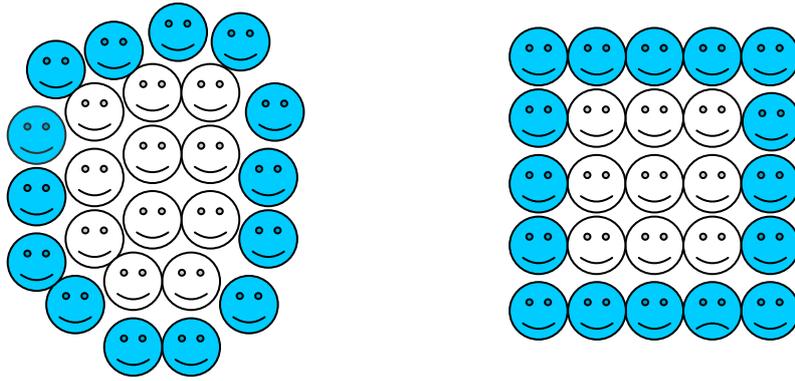


Figure 5 : il y a moins de personnages en surface dans une organisation sphérique

Exemple : si les 25 bonhommes se mettent en carré, 16 se trouvent sur le bord, alors que s'ils se mettent en cercle, il y en a seulement 14.

Le contact entre les bulles

On constate lorsque l'on colle deux bulles d'une même taille que leur surface de contact est plane (figure 6). Cela peut paraître surprenant au début, mais dès qu'on y réfléchit, on conçoit bien qu'il pourrait difficilement en être autrement. En effet, chaque bulle, cherchant à avoir sa forme sphérique naturelle, essaie de « pousser » la surface de contact pour s'arrondir, mais elle subit en même temps la même poussée de la part de sa voisine. Il en résulte que les deux bulles doivent trouver un compromis qui n'a aucune raison de favoriser l'une ou l'autre et qui se caractérise donc par une surface plane.

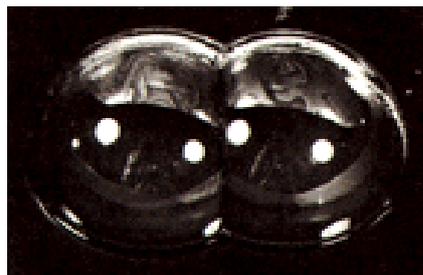


Figure 6 : photographie du contact entre deux bulles.

Cependant, la planéité du contact n'est pas toujours respectée, notamment lorsque les tailles des bulles diffèrent assez nettement. Dans ce cas, la pression à l'intérieur d'une petite bulle est plus importante que celle d'une grosse bulle, si bien qu'au final, on aura un contact légèrement incurvé vers l'intérieur de la grosse bulle.

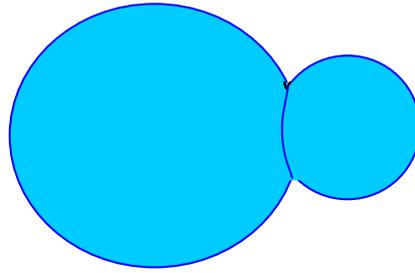


Figure 7 : allure du contact entre deux bulles de tailles différentes.

Qu'est-ce qui casse les bulles ?

Il y a trois facteurs principaux qui peuvent provoquer l'éclatement d'une bulle.

Le drainage du liquide savonneux

A l'intérieur de la membrane qui forme la bulle, le liquide s'écoule vers le bas à cause de la gravité. Alors qu'en bas l'épaisseur du film augmente, en haut de la bulle elle diminue progressivement jusqu'à ce que le film devienne trop fin pour résister à la tension de surface : la bulle éclate. C'est en quelque sorte la « mort naturelle » d'une bulle.

L'évaporation

Toutefois, beaucoup de bulles n'atteignent pas ce stade et explosent prématurément à cause d'une perturbation. La plus fréquente est un choc avec un obstacle. Le plus souvent ce n'est pas le choc en lui-même qui casse la bulle, mais le fait que l'obstacle soit sec : au contact de celui-ci, le liquide savonneux s'évapore. On peut d'ailleurs toucher les bulles avec des objets mouillés sans qu'elles n'éclatent.

De même, si on expose une bulle au soleil ou qu'on la place près d'une source de chaleur, sa durée de vie diminue car l'épaisseur du film de solution diminue très rapidement. (Inversement, les bulles vivent plus longtemps s'il pleut ou si il fait froid).

Pour résumer, on peut dire que la température et surtout le taux d'humidité de l'air ont une influence importante sur la durée de vie des bulles.

Les perturbations brutales

Bien qu'un film savonneux soit très mince, son élasticité tend à rendre une bulle relativement « solide ». Avec les mains mouillées, on peut même la toucher et la manipuler assez facilement...

Cependant, l'expérience montre bien que l'élasticité du film est très souvent insuffisante pour résister à des chocs brutaux ou à un vent violent par exemple. Les perturbations brutales constituent donc le dernier facteur responsable de l'éclatement des bulles.

Pourquoi mettre de la glycérine et du sirop d'érable dans la solution à grosses bulles ?

Nous avons vu que les trois principaux facteurs responsables de l'éclatement des bulles sont le drainage du liquide, son évaporation, et enfin les perturbations trop violentes. L'ajout de glycérine et de sirop à la solution savonneuse permet de réduire un peu l'influence de ces facteurs.

Le rôle de la glycérine est très simple. Etant un produit très visqueux, l'ajouter à la solution permet d'en augmenter la viscosité et donc de rendre le drainage beaucoup moins rapide.

Si le sirop d'érable contribue aussi certainement à augmenter un peu la viscosité de la solution, il permet également de diminuer l'influence des perturbations sur le film, en augmentant sa stabilité.

On a vu qu'un film savonneux est une fine membrane. Aussi, sous l'influence de perturbations extérieures, les deux interfaces de cette membrane se déforment, si bien que l'épaisseur du film varie. Le risque de telles fluctuations est alors que la membrane de liquide devienne trop faible pour supporter la tension de surface et qu'elle se déchire (figure 8).

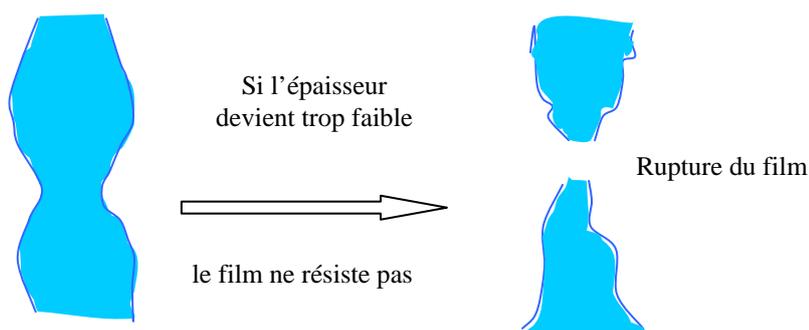


Figure 8 : les variations de l'épaisseur du film peuvent contribuer à le percer.

Les sirops sont des liquides qui contiennent de très longues molécules, c'est pour cela qu'on les utilise dans le mélange savonneux. En effet, la présence de ces longues molécules va permettre de constituer à l'intérieur de la membrane une sorte de réseau enchevêtré qui va renforcer la résistance du film en empêchant les parois de trop se rapprocher (figure 9). En quelque sorte, le mouvement du liquide à l'intérieur du film n'est plus aussi libre.

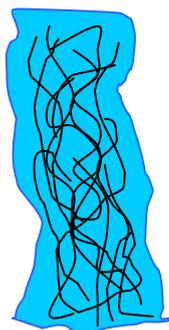


Figure 9 : les longues molécules à l'intérieur du film rendent le rapprochement des parois plus délicat.

Pourquoi les bulles reflètent des couleurs ?

Lorsque l'on observe attentivement une bulle ou un film savonneux, on constate un certain nombre de couleurs qui semblent danser à la surface. Une telle observation peut faire penser à l'arc en ciel, et si les phénomènes en jeu ne sont pas tout à fait identiques, ils illustrent tous les deux le fait que la lumière du soleil est en fait la superposition de toutes les couleurs.

Plusieurs notions de physique sont nécessaires pour comprendre l'origine des couleurs d'un film savonneux. Les premières sont la réflexion et la transmission de la lumière. Celles-ci se produisent lorsqu'un rayon lumineux (qui se propage) change de milieu. A l'interface entre les deux milieux (air - eau dans le cas d'une bulle), le rayon lumineux se divise en deux : une partie de celui-ci passe dans le second milieu (transmission), tandis que l'autre partie est renvoyée en sens inverse dans le premier milieu (réflexion). Aussi, selon les milieux entrant en jeu, les parts de rayons transmis et réfléchis varient ; on peut avoir soit une réflexion totale (miroir : toute la lumière est renvoyée), soit aucune réflexion, soit encore un mélange entre les deux : c'est ce qu'on observe dans le cas air- eau (figure 10).

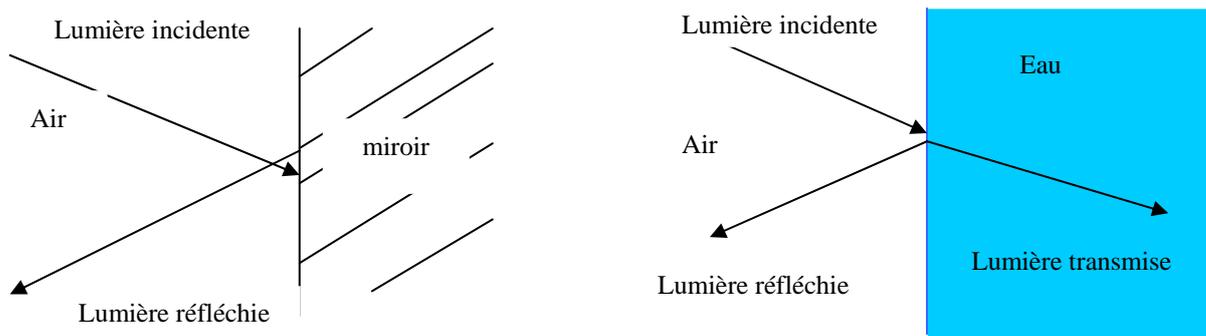


Figure 10 : réflexion sur un miroir, réflexion et transmission à l'interface air - eau.

Le phénomène se complique un peu dans le cas d'une bulle puisqu' on a alors deux interfaces créées par le film savonneux : une première interface air-liquide, puis une seconde liquide-air. Les phénomènes de réflexion - transmission vont alors être multipliés comme le montre la figure 11 : puisqu'à chaque interface la lumière incidente se divise en deux parties, on voit apparaître une infinité de rayons lumineux.

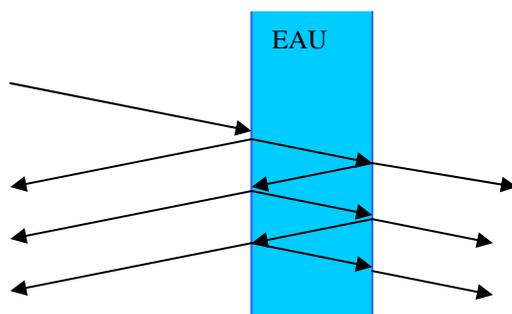


Figure 11 : réflexion et transmission dans un film savonneux.

Ainsi, un seul rayon lumineux incident donne naissance à une infinité de rayons transmis et réfléchis. Pour simplifier l'étude, nous nous intéresserons uniquement aux deux premiers rayons réfléchis, puisque d'une part ce sont les rayons réfléchis observés qui sont à l'origine des couleurs, et d'autre part chaque fois que le flux lumineux se divise en deux à une interface, les lumières réfléchies et transmises perdent en intensité si bien que l'influence des rayons en matière de luminosité devient négligeable lorsqu'ils ont subi trop de « divisions » (et on montre que les deux premiers rayons contiennent presque la totalité de l'intensité lumineuse réfléchie).

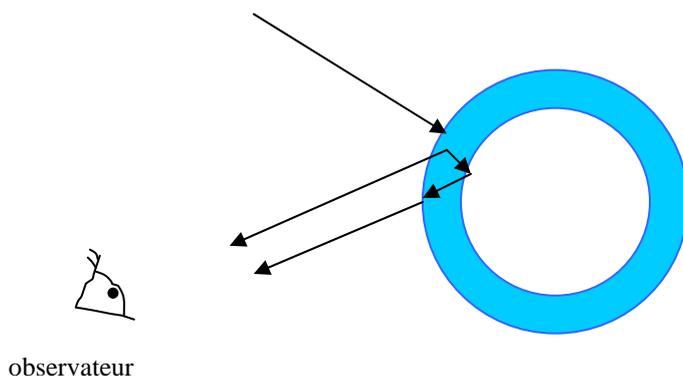


Figure 12 : réflexion des rayons sur une bulle de savon.

Seuls les deux premiers rayons sont importants.

Après avoir vu ce problème de réflexion - transmission, pour comprendre d'où viennent les couleurs des bulles, il faut savoir de quoi est constituée la lumière du soleil ou d'une lampe par exemple.

Le soleil nous envoie une lumière blanche qui est en fait la superposition de plusieurs couleurs qui associées les unes aux autres ne se distinguent pas et donnent ce flux « blanc ».

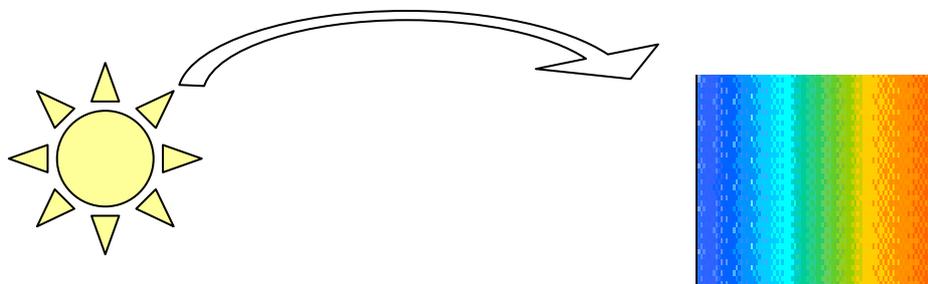


Figure 13 : chaque rayon lumineux émis par le soleil contient toutes les couleurs.

Lorsque la lumière du soleil ou de toute autre source arrive sur une bulle, elle transporte donc en fait toutes les couleurs possibles.

Physiquement, la lumière est une onde qui se propage. Une onde est caractérisée par une grandeur physique qui varie périodiquement dans le temps et l'espace. Pour faire simple la figure 14 présente une schématisation d'une onde (lumineuse) qui suffira à notre description.

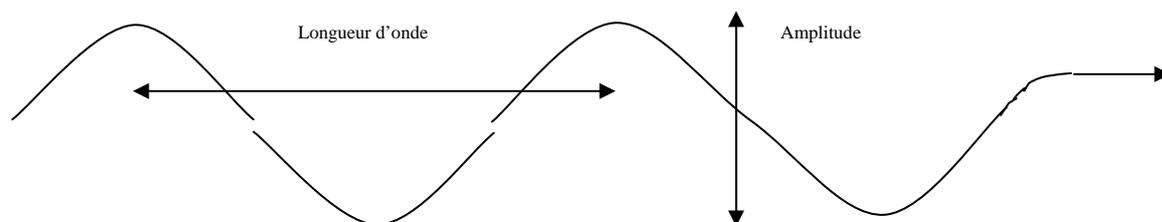


Figure 14 : schématisation d'une onde.

On voit donc que plusieurs paramètres peuvent varier, et notamment celui que l'on appelle *longueur d'onde* : c'est celui-ci qui détermine la couleur de la lumière. La lumière blanche du soleil est ainsi constituée d'une multitude d'ondes de longueurs d'onde différentes. Parmi toutes celles-ci, il existe une gamme de longueur d'onde pour laquelle la « lumière » est visible. Les différentes valeurs de longueurs d'onde existant dans cette gamme représentent alors chacune une des couleurs visibles. C'est ce que représente la figure 15.

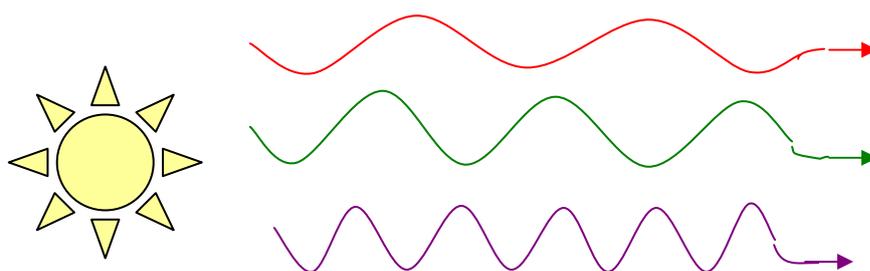


Figure 15 : le soleil émet les différentes couleurs, qui sont caractérisées par des ondes de différentes longueurs d'onde.

Lorsque les rayons de notre source lumineuse arrivent au contact de la bulle, toutes les couleurs, c'est à dire toutes les ondes, subissent la réflexion aux interfaces eau-air. Une première série d'ondes de toutes les couleurs est réfléchi à la première interface (le premier rayon réfléchi), puis une deuxième série parcourt deux fois la pellicule d'eau (sens aller, puis retour, voir figure 12) avant de ressortir en direction de l'œil de l'observateur. On se retrouve donc en sortie de la bulle non plus avec une série d'ondes qui donne de la lumière blanche, mais avec deux séries qui interfèrent. En sortie, chaque couleur est représentée non plus par une onde mais par deux ondes. Or comme la deuxième série d'ondes parcourt un chemin plus important, les deux ondes d'une même couleur en sortie peuvent se combiner de différentes manières (le fait de parcourir une distance supplémentaire crée un décalage pour les ondes du deuxième rayon), comme le montre la figure 16.



Les deux ondes oranges sont en phase : interaction favorable

Les ondes indigo sont déphasées : interaction défavorable

Figure 16 : l'interaction de deux ondes dépend de leur différence de phase

L'interaction de deux ondes d'une même couleur peut donc être constructive ou destructive. Mais comme chaque couleur a une longueur d'onde différente, le décalage de la deuxième onde qui a parcouru une distance plus importante ne sera pas le même pour des couleurs différentes. L'interaction des deux rayons réfléchis sera donc constructive pour certaines couleurs, et destructive pour d'autres. Par exemple si en sortie, l'interaction des ondes de couleurs vertes est favorable tandis que les autres couleurs sont plutôt déphasées, la bulle apparaîtra verte à l'endroit observé.

Enfin, comme l'épaisseur d'une bulle n'est pas uniforme sur toute sa surface, le chemin supplémentaire parcouru par le deuxième rayon varie, donc ce n'est pas toujours la même couleur qui est favorisée, et les différents lieux de la bulles apparaissent de différentes couleurs. C'est pourquoi une bulles peut refléter plein de couleurs différentes ; et celles-ci bougent à la surface de la bulle car le liquide s'écoule et modifie donc l'épaisseur du film savonneux.

FICHE A RETOURNER... Merci

Pouvez-vous préciser et décrire brièvement les conditions dans lesquelles vous avez utilisé ce dossier ?

Quel intérêt lui avez-vous trouvé ?

Quelles suggestions pouvez-vous faire pour améliorer ces outils ?