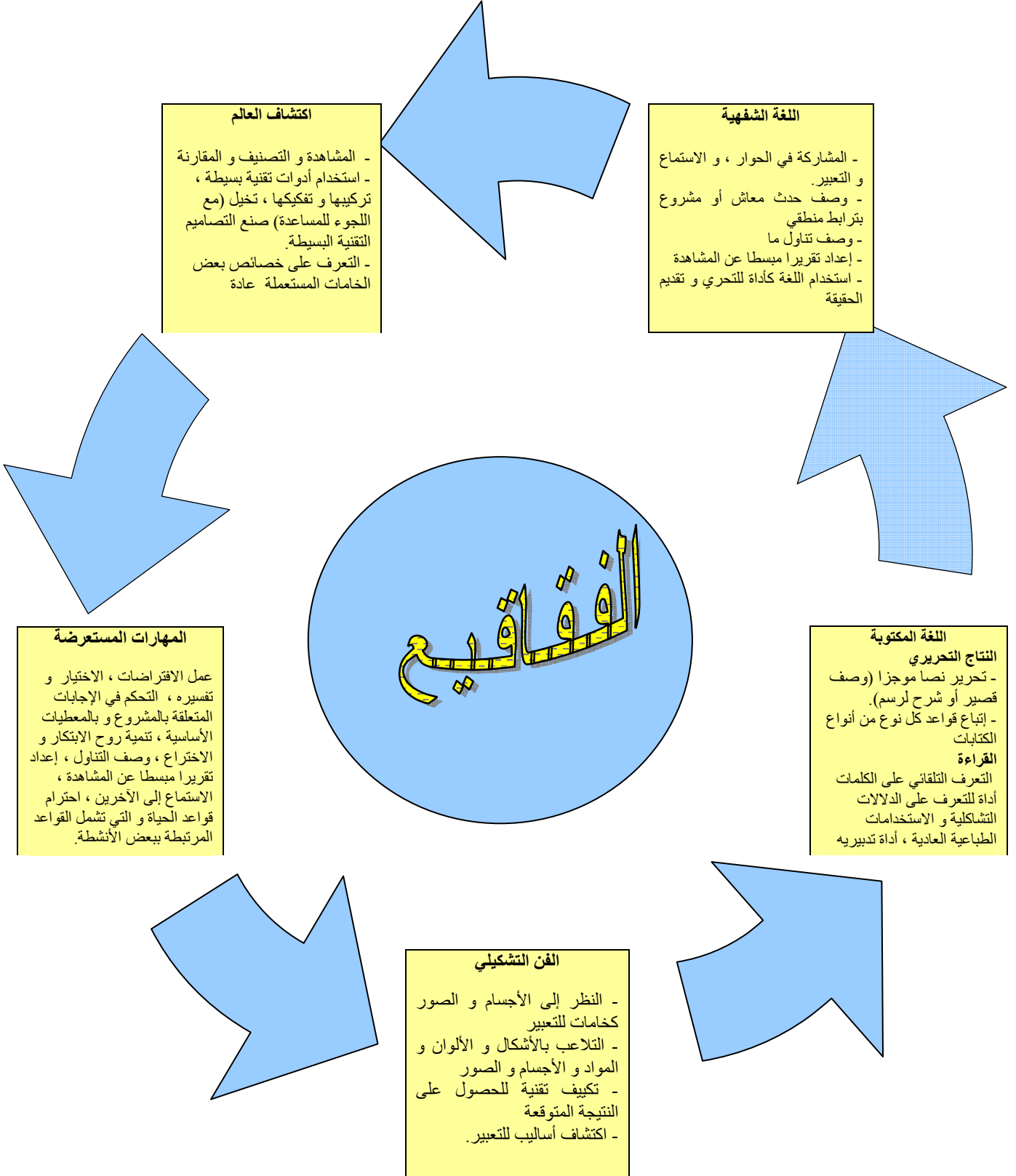


# البروتوكول العلمي : "الفقايع"

المشروع المتناظم (المتعلق بعدة مجالات مشتركة العمل) : علوم / التمكن من اللغة / الجمعية (تكييف ولد مع حياة الجماعة في أسرة أو مدرسة...) / الفن التشكيلي  
للمرحلة الثانية



## المقدمة :

يتوجه هذا البروتوكول العلمي المسمى "بالفقايع" إلى تلاميذ المرحلة الثانية كما يمكن أن يوافق تلاميذ المرحلة الثالثة.

يحتوي البروتوكول على ثمان سلاسل تمثل عشر حصص من العمل مع التلاميذ و يبلغ مدة كل منها ساعة تقريبا. يمكن تعديل المدة و الأبحاث و الأنشطة المقترحة تبعا لاكتشافات و أسئلة التلاميذ.

يمثل هذا البروتوكول مشروعا متناظما.

تم عرض المهارات المستهدفة بالشكل الموجود بالصفحة السابقة.

سيتم تبعا للحصص التطرق إلى بعض تلك المهارات بشكل أعمق من البعض الآخر.

غير أن المهارات الخاصة بمجال اللغة الشفهية و التحريرية و كذلك المهارات المستعرضة تلازمان دائما العمل المتناول بالعلوم (اكتشاف العالم)

و بالتالي لا يتم تحديد تلك المهارات مجددا بكل حصة

و في المقابل يتم في كل حصة تسليط الضوء على أهداف المعلم ، و هدف الأطفال و الاكتشافات و الملاحظات المحتملة و التحاليل البنائي التي قد تنجم عنها.

كما يتضمن هذا المستند صورا و أعمال التلاميذ و التلخيص كما تم تناولها في إطار هذا العمل التجريبي مما يسمح بشرح البروتوكول كما تم اقتراحه.

لقد تم إعداده بالشراكة بين :

← ثلاثة تلاميذ من المدرسة المركزية بLyon ، مكلفين بالمسائل العلمية و اقتراح الأنشطة على التلاميذ :

Sigolène Lecuyer -

Yann -

Benjamin -

← معلمة من المرحلة الثانية بالصف CP بدائرة Vaulx بVelin :

Nathalie Legaingnoux المكلفة بالمسائل التربوية و تنظيمها.

لقد تم إجراء كل الحصص تقريبا مع المعلمة و إثنين على الأقل من تلاميذ المدرسة المركزية.

كان التبادل متواصل بين الأشخاص المعنية وجها لوجه أو عبر البريد الإلكتروني بهدف توجيه وحدة التدريس من جديد إذا لزم الأمر و الإجابة على الأسئلة التي ترد (علمية أو تربوية أو مادية).

## لمحة عن البروتوكول

### السلاسل :

← **السلسلة الأولى :** ما الذي يتعين عمله لصنع فقاقيع ؟ حصتان تكون بعض المخاليط أكثر فاعلية من غيرها.

← **السلسلة الثانية :** أي أداة لأى فقاعة ؟ حصة واحدة لحجم الجسم تأثير ، و ليس لشكله.

← **السلسلة الثالثة :** ما هي الفقاقيع الأكثر قوة ؟ حصة واحدة إن الفقاقيع الأصغر أقوى ، يجب النفخ برفقة ، يستلزم الأمر الكثير من المستحضرات للحصول على غشاء أكثر سماكة.

← **السلسلة الرابعة :** هل الفقاقيع في غاية الضعف ؟ حصتان. يكسر الفقاعة الشئ الجاف و ليس الشئ المبلل.

← **السلسلة الخامسة :** كيف يمكن المد في عمر الفقاعة ؟ حصة واحدة. بإمدادها بالماء

← **السلسلة السادسة :** صنع فقاقيع ضخمة جدا. حصة واحدة مع الاستفادة من المؤشرات إلى أبعد حد : جودة المستحضر و حجم الأداة و نوعيتها و تقنية الصنع.

← **السلسلة السابعة :** خلق أشكالاً بواسطة الفقاقيع. حصة واحدة. من خلال إعادة استثمار ما تم اكتشافه سابقا.

← **السلسلة الثامنة :** الزبد (الرغوة). حصة واحدة. إن الزبد عبارة عن مجموعة من الفقاقيع ذات سلوك خاص.

## السير النموذجي للحصة

إن كل حصة معدة بنفس الطريقة على نحو ظاهر :

**جزء أول جماعي** يذكر بخيط الوصل لهذه الوحدة ، الإجابات التي تم تقديمها و الأسئلة المعلقة و التي تطرح مشكلة اليوم.

**جزء ثاني من العمل الجماعي** يقوم التلاميذ خلاله بالبحث عن و اكتشاف الحلول المحتملة للمشكلة المطروحة. يناقشون أفكارهم و يواجهون تصوراتهم بالحقيقة و يحاولون الاتفاق لتقديم بيان مشترك إلى الفصل. يحرص المعلم على تقسيم المهام : يمكنه اقتراح أدوارا محددة لأعضاء المجموعة. يشاهد المعلم التلاميذ أثناء القيام بالنشاط و يسهل عملية التبادل و يحيي العمل عن طريق طرح الأسئلة. يسمح لكل مجموعة ببلوغ أبعد حد في تحرياتهم مع تذكرهم لمغزى النشاط. خلال قيام المجموعة بالعمل ، يتذكر المعلم طريقة تفكير التلاميذ في خلق و تركيب الاستدلال ؛ ففي الواقع ينسى العديد من الأطفال عند القيام بإعداد البيان الختامي كيف توصلوا إلى نتائجهم و الحجج التي قدموها للإقناع.

### **جزء ثالث جماعي للاستدلال.**

إن للتقارير و للمناقشات الناتجة دورا في مساعدة التلاميذ على تحديد المفاهيم العلمية و على مناقشتها فيما بينهم. و كمنظم للمناقشة ، يتمثل دور المعلم في توجيه التلاميذ لتوضيح أفكارهم و ترتيب تفكيرهم و عقد المقارنة بين الحلول المختلفة و تحليل و تفسير النتائج. سوف يتم إعداد تقريرا كتابيا جماعيا في صورة معلقة بعد كل حصة حتى يستخدم كنقطة ارتكاز في باقي الأبحاث و كمرجع للتلاميذ (تذكير و إملاء).

## السلسلة الأولى

### ما هو المطلوب لعمل فقاقيع ؟

**التلخيص :** بعد عرض التلاميذ لأفكارهم حول المطلوب (و حول ما يتوجب عمله) للحصول على فقاقيع ، سوف يقومون بمقارنة الفقاقيع المصنوعة بالنفخ في محاليل مختلفة.

**أهداف المعلم :**  
دفع التلاميذ إلى اقتراح أجساما مختلفة و مخاليط و تقنيات لعمل الفقاقيع.  
دفع التلاميذ إلى مشاهدة الفقاقيع للتوصل إلى تصنيف من خلال خلق فكرة أن المستحضر الصابوني يسمح بالحصول على فقاقيع "أفضل".

**الأدوات :**  
لكل تلميذ : صفحة كراس التجارب ، شفاطة. لكل مجموعة مكونة من شخصين أو ثلاثة أو أربعة : 2 أو 3 أكواب بلاستيكية شفافة لكل من الحصتين (ينبغي تدوين اسم الخليط على الكوب الموضوع به). للفصل : مستحضرات مختلفة للاستخدام في صورتها النقية أو للمزج : ماء ، سائل لتنظيف الأطباق ، شامبو ، سائل الاستحمام ، صابون ، مشروبات غازية... ملصقتان كبيرتان (واحدة لكل حصة) ، ورق ممتص ، لحماية الطاولة.

**المدة :**  
حصتان مدة كل منهما ساعة تقريبا.

### سير الحصة و هدف الطفل :

❖ **جماعيا :**

**(ملحوظة :** يمكن أن يختار المعلم قراءة قصة يدور موضوعها حول الفقاقيع من الجل الوصول إلى السؤال الذي سيقدم هذا البروتوكول. كما بإمكانه أن يختار قراءة تلك القصة بنهاية الوحدة أو وضع التلاميذ في موقف لتأليف قصة خيالية حول الفقاقيع و ذات صلة بالفن التشكيلي).

الأسئلة التي تم طرحها على التلاميذ : "ما هو المطلوب لعمل فقاقيع ؟". سوف يفكر التلاميذ في الأجسام و المستحضرات المستخدمة و طرق المتبعة لعمل الفقاقيع. دون اقتراحاتهم على السبورة و وجه المناقشة نحو المستحضر. ساعدهم على التفكير في المستحضر الصابوني بقدر التفكير في المشروبات الغازية (ينبغي أن تسوق فكرة المشروبات التلاميذ إلى التحدث عن الشفطات). **أمثلة على أسئلة موجهة :** "متى ترون الفقاقيع ؟ بما تستطيعون عملها ؟ هل يحدث ذلك فقط عند الاستحمام ؟..."  
دون اقتراحات التلاميذ على السبورة أو على الملصقة المعدة لهذه النتيجة مباشرة. اخبر التلاميذ بعد تقديمهم للعديد من الاقتراحات بأنهم سيتمكنون من تجريب بعضا من أفكارهم : سوف يعملون الفقاقيع باستخدام ثلاثة مستحضرات من اقتراحهم و شفاطة و أن عليهم مشاهدة الفقاقيع (سوف تفي ثلاثة مستحضرات بمشاهدة أولى ؛ سوف تكون المخاليط ذات طابع مختلفة : صابونية ، مشروبات غازية...)

قدم بطاقة التقرير (جهز بطاقات لاصقة بأسماء المخاليط في حالة مواجهة التلاميذ لصعوبة في الكتابة).  
ذكر التلاميذ بضرورة ترك الأكواب بالصينية لتجنب تبليل الطاولة (ورقة التقرير لمأها). توقع وقوع الحوادث بالرغم من ذلك...

## ❖ داخل مجموعات ثنائية أو مجموعات مكونة من 4 أشخاص :

يقوم التلاميذ بعمل الفقاقيع و مشاهدتها.  
مر بين المجموعات لحث التلاميذ على المشاهدة الدقيقة و المقارنة بين المخاليط المختلفة (حجم و عمر الفقاعة).  
ذكر التلاميذ بضرورة تدوين الملاحظات الخاصة بالمشاهدات.  
بعد حصول التلاميذ على الوقت الكافي ، قم بجمع ورقة التقرير. اشرح لهم أن خلال الحصة الثانية سيتمكنون من تجريب مستحضرين أو ثلاثة مستحضرات أخرى و الانتهاء من ملء بطاقة التقرير ثم سيتبادلون المشاهدات و الأفكار مع الفصل بأكمله.

## الحصة الثانية :

### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

يتذكر التلاميذ العمل الذي قاموا به بالحصة السابقة و كذلك العمل الذي سيقومون به هذه المرة.  
حث الأطفال على تذكر المشاهدات الأولى التي قاموا بها حتى تصبح معايير المشاهدة بهذه الحصة أوضح (المدة و الحجم و اللون...) و حتى تصبح المشاهدة عمدية.

## ❖ داخل مجموعات ثنائية أو مجموعات مكونة من 4 أشخاص :

تسير الحصة بنفس طريقة الحصة السابقة.

### التأليف و الصياغة :

#### ❖ جماعيا :

ادفع التلاميذ إلى إعداد تصنيفا يأخذ في الاعتبار ما شاهدوه : يقوم على المدة (غير المحددة) و الحجم و الألوان للتوصل إلى الصفة المشتركة بين المخاليط الأكثر فاعلية (الصابونية).

تتبادل المجموعات مشاهداتها و وصفها للفقاقيع المصنوعة بواسطة المستحضرات المختلفة. دون ملاحظاتهم على السبورة.  
اطلب عندئذ من التلاميذ تجميع المستحضرات التي تقوم بعمل فقاقيع متشابهة ، و خلق "عائلات" ثم البحث عن اسم لهذه "العائلات".

التوصل معا إلى تصنيف. ثم دفع التلاميذ إلى التفكير في الأسباب المحتملة التي تفسر كون هذا الخليط أو ذاك أفضل (إنه يحتوي على "صابون").  
قم في وقت لاحق بعمل الملصقة المعدة لهذه النتيجة و التي ستكون بمثابة تقرير عن الجمعية ، بهدف مواصلة العمل مع التلاميذ.

الاسم :

التاريخ :

السلسلة الأولى  
المخاليط المختلفة المستخدمة في عمل الفقاقيع

المخاليط	اكتب و ارسـم ما تشاهده عند قيامك بالنفخ في الخليط

## السلسلة الثانية أي أداة لأي فقاعة؟

### التلخيص :

بعد وضع التلاميذ للنظريات ، يقومون باستخدام أدوات مختلفة للمقارنة بين الفقاقيع الناتجة.

### أهداف المعلم :

- الربط بين الجسم المستخدم و الفقاعة الناتجة.
- الربط بين طريقة استخدام الأداة و الفقاعة الناتجة.
- دفع التلاميذ إلى اكتشاف أن الفقاعة دائما مستديرة الشكل بغض النظر عن شكل الجسم المستخدم.
- دفع التلاميذ إلى مشاهدة الفقاقيع بانتباه و مشاهدة رد فعلها أي كان الجسم أو التقنية المستخدمان لعمل الفقاعة ، من أجل الحصول على أكبر كم من الملاحظات و الأسئلة التي ستستخدم فيما بعد كنقطة ارتكاز للأعمال القادمة.

### المدة :

حصة مدتها ساعة و 15 دقيقة تقريبا.

### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

ذكر التلاميذ بالعمل الذي تم إنجازه سابقا ، ثم اخبرهم بأنهم سيستخدمون هذه المرو خليطا واحدا فقط ، خليطا صابونيا (و بالتالي فعال) و لكنهم سيستخدمون أدوات مختلفة (و ليس الشفاطة). و اشرح لهم أن قبل عمل الفقاقيع يجب أن يقوموا داخل مجموعات بمشاهدة الأدوات المعروضة و استنتاج ما إذا كان كل جسم سيسمح بعمل فقاقيع أم لا محاولة الشرح. قدم الأجسام المختلفة و صفحة كراس التجارب. و ذكرهم بمعنى العمل الجماعي و حثهم على التبادل حول طرق التنظيم المحتملة. وزع الأجسام و صفحات كراس العلوم.

#### ❖ داخل المجموعة :

يضع التلاميذ النظريات المتعلقة باحتمال النجاح أو الفشل في عمل فقاقيع عند استخدام مثل هذا الجسم. يمر المعلم بين المجموعات و يساعدهم على الاستماع إلى بعضهم البعض ، و يطرح الأسئلة ليحصل على نظريات قائمة على الحجج (مثلا : قد يقول التلاميذ أن الجسم المثلي لن يعمل بسبب شكله ، أو الدائرة الكبيرة بسبب حجمها...). يملأ التلاميذ عمود "النظرية" بصفحة كراس التجارب.

#### ❖ جماعيا :

ادفع التلاميذ إلى تبادل الأفكار حول الأجسام المختلفة و احتمالية نجاحها أو فشلها في عمل فقاقيع. سيكون للتلاميذ أفكار مختلفة: سيقول البعض أن المثلث و المستطيل لن ينجحان في عمل الفقاقيع بسبب شكلهما بينما سيقول البعض الآخر أن الفقاقيع ستكون مثلثية أو قائمة الزاوية... دون النظريات المختلفة بالملصقة التي تمثل صفحة كراس التجارب كلما أدلى بها التلاميذ مصاحبة بشرحهم لها. عند ملاحظة التلاميذ لتعارض آراءهم ، حثهم على التوصل إلى فكرة ضرورة التجريب من أجل التأكد.



## ❖ داخل المجموعة :

(إعداد هذه المرحلة في بهو أو بالخارج و ترك صفحات كراس العلوم بالفصل). يجرب التلاميذ الأجسام المختلفة. حثهم على مشاهدة الفقاقيع بإمعان ؛ استمع إلى اندهشاتهم ؛ و اطرح عليهم الأسئلة. **أمثلة على أسئلة موجهة :** "ما شكل الفقاقيع الناتجة عن هذا الجسم أو ذلك ؟ ماذا تفعل تلك الفقاعة ؟ لماذا تنفجر ؟ لما تحلق ؟ كيف تبدو تلك الفقاعة ؟ (الحجم و اللون...) ما الفرق الناتج عندما تنفخ و عندما تحرك الجسم في الهواء ؟..."

و لننتذكر أن التساؤلات تستهدف جزئيا دفع التلاميذ إلى القيام بأقصى كم من المشاهدات التي ستستخدم كنقطة ارتكاز للأعمال القادمة (الحجم و المدة و المتانة و دور الهواء و الموانع... عند النظر إلى فقاعة أمسك بها تلميذ مثلا على سطح الأداة الخاصة به ، تتمكن من رؤية السائل الذي يسيل على الجنب في اتجاه الأسفل كما تتمكن من رؤية الفقاعة و هي تنفجر في اتجاه الأعلى بعد فترة قصيرة).

بعد حصول التلاميذ على الوقت الكافي ، عد إلى الفصل لملء عمود "التحقيق" بصفحة كراس التجارب.

## التأليف و الصياغة :

ادفع التلاميذ إلى صياغة فكرة أن الفقاقيع تكون دائما مستديرة الشكل أي كان شكل الأداة المستخدمة. ادفع التلاميذ إلى تبادل أقصى عدد من المشاهدات المختلفة أو المعلومات أو الأسئلة النابعة من مرحلة التجربة (حجم و شكل و مدة و ألوان و سيل المستحضر على الجنب و الفقاعة التي تنفجر في اتجاه الأعلى و طريقة استخدام الجسم و نتائج ذلك..)

يتبادل التلاميذ بهدف إبطال أو تأكيد النظريات (أو الاستنتاجات) التي تم وضعها بالبداية. سجل النتائج أولا بأول على الملصقة التي تمثل صفحة كراس التجارب. و في أثناء تلك التبادلات ادفع التلاميذ إلى صياغة فكرة أن إذا كان حجم الأداة يؤثر على حجم الفقاعة (أداة ضخمة = فقاقيع ضخمة) ، فإن لا تأثير لشكل الأداة علي شكلها (فالفقاقيع دائما مستديرة من اللحظة التي تتحرر فيها من ملامسة الجسم ؛ قد تكون بيضوية الشكل و خاصة إذا قمنا بتحريك الجسم في الهواء ، خلال الوقت الذي لم يكتمل فيه تكونها و بالتالي لاتزال ملامسة للأداة).

خصص كذلك الوقت للملاحظات المتنوعة.

**أمثل على أسئلة موجهة :** "ما الذي فاجئكم ؟ هل للفقاقيع أشكال مختلفة ؟ هل للفقاقيع نفس الحجم باستمرار ؟ لماذا ؟ أي الفقاعات تنفجر أولا ؟ ما الذي يؤدي إلى انفجارها ؟ لقد أمسك بعض التلاميذ بالفقاقيع التي قاموا بصنعها بواسطة الأجسام المستخدمة و قاموا بمشاهدتها ، فما الذي لاحظوه ؟ لقد عثرتم على طرق مختلفة لاستخدام الجسم ؟ هل ينتج عن ذلك فقاقيع مختلفة ؟..."

دون مشاهداتهم و الأسئلة المحتملة بالملصقة حتى تستخدم كأساس للحصص القادمة.

الاسم :

التاريخ :

**السلسلة الثانية**  
**عمل فقاقيع بواسطة أجسام مختلفة و خليط صابوني واحد**

فقاقيع ؟ نعم أم لا ؟		الأجسام
التحقيق	النظريات	

## السلسلة الثالثة أي الفقاقيع أقوى؟

### التلخيص :

يبحث التلاميذ عن طريقة لعمل فقاقيع قوية إلى حد ما.

### أهداف المعلم :

دفع التلاميذ إلى الاستفادة من الملاحظات التي تم القيام بها خلال الحصة السابقة و اللجوء إلى التجريب للإجابة على سؤالين :  
"هل يوجد فقاقيع أقوى من غيرها؟ و ما الذي يتوجب عمله للحصول عليها؟"

### المدة :

حصة مدتها ساعة تقريبا.

### الأدوات :

لكل تلميذ : صفحة كراس العلوم.  
لكل مجموعة مكونة من 4 أشخاص : طبق يحتوي على مستحضر لعمل الفقاقيع ، 2 أو 3 أدوات مختلفة (أجسام لعمل الفقاقيع).  
للفصل : الماصقات التي تبين ما حدث في الحصة السابقة.

### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

ادفع التلاميذ إلى تذكر المشاهدات المختلفة التي قاموا بها مستعينا في ذلك بالملصقة التي تم تنفيذها بالحصة السابقة (دور الأدوات و طريقة عمل الفقاقيع و الموانع...).

ثم اعرض على التلاميذ هدف اليوم : التوصل إلى عمل فقاقيع قوية ، تدوم لفترة طويلة إلى حد ما. سوف تختار كل مجموعة أداتين أو ثلاثة لمواجهة هذا التحدي بطريقة منطقية.

#### ❖ داخل مجموعات مكونة من 4 أشخاص :

يتفق التلاميذ على الأدوات التي يفكرون في استخدامها لمواجهة هذا التحدي. قدم صفحة كراس التجارب حيث سيدون التلاميذ الجسم و الطريقة الذين سمحوا لهم ببلوغ الهدف المحدد. يمر المعلم بين التلاميذ و يطلب منهم توضيح اختياراتهم. سوف يطلب بعض التلاميذ الذين لم يقوموا بالمشاهدة بإمعان للمرة السابقة و/أو الذين لا يفكرون في الهدف المراد بلوغه أدواتا غير فعالة لا لشيء إلا لمتعة استخدامها.

قم بتوزيع الأدوات المطلوبة. ثم اذهب إلى الخارج أو إلى مكان مغلق غير الفصل (لو أمكن) لإجراء التجربة حتى تتمتع بحرية الحركة.

اعط التلاميذ المستحضرات المستخدمة لعمل الفقاقيع. يجرب التلاميذ عندئذ الأدوات التي وقع اختيارهم عليها و يشاهدون النتائج. يمر المعلم بينهم لتشجيعهم على القيام بأكثر المشاهدات دقة للمسببات إلى النتائج. أمثلة على أسئلة موجهة : "ما هي الأداة التي تسمح بعمل الفقاعة الأقوى؟ لماذا؟ أي التقنيات أكثر فاعلية؟ لماذا؟...". كما يشجعهم على مشاهدة الفقاقيع التي

تحصل عليها المجموعات لبضعة لحظات مستخدمين أدواتا مختلفة عن الأدوات التي اختاروها لتسهيل عملية الجمعية. بعد حصول التلاميذ على الوقت الكافي ، عد إلى الفصل لملء صفحة كراس العلوم قبل القيام بعملية الجمعية.

## الجمعية و الصياغة :

تدوم الفقاقيع الصغيرة لفترة أطول من الفقاقيع الضخمة ، و بالتالي تكون الأدوات الصغيرة مناسبة أكثر. و بالإضافة إلى ذلك ، تتضمن أكثر التقنيات ملائمة وضع الكثير من المستحضر (و هو بالشئ السهل في حالة الأداة الصغيرة) و النفخ برقة. يؤدي سمك الغشاء إلى متانة الفقاعة.

### ❖ جماعيا :

يتبادل التلاميذ مشاهداتهم و نتائجهم. اطرح عليهم داخل مجموعات صغيرة أسئلة عن كيفية قيامهم بذلك لمساعدتهم على التوصل إلى الاستنتاجات معا. سوف يتوصلون بطريقة منطقية إلى الاتفاق على أن الأدوات الصغيرة ملائمة أكثر لمواجهة التحدي. و إذا كانوا لاحظوا بالفعل أن الفقاقيع الصغيرة تدوم لفترة أطول اسألهم عن السبب. قد يفكر بعض التلاميذ في فكرة البالون الذي نقوم بنفخه ، فيمط غشاه و يصبح أكثر فأكثر رقة و ينتهي به الأمر بالانفجار. و إذا كانوا لاحظوا أن النفخ بالفعل أكثر فاعلية (ينتج عنه فقاعة واحدة و لكنها تدوم لفترة أطول) عن تحريك الجسم في الهواء (الذي ينتج عنه العديد من الفقاقيع) ، فاسألهم عن السبب ، حتى و إن كان مفهوم كمية المستحضر المقسمة بين عدة فقاعات (و بالتالي يكون الغشاء في هذه الحالة أيضا أرفع) أصعب من أن يتصوره التلاميذ صغيري السن.

و لكن من المحتمل ألا يتمكن التلاميذ من إقناع بعضهم البعض و يرجع ذلك إلى ثلاثة أسباب : لم يتوفر لكل مجموعة كل الأجسام و على كل منها الاعتماد على كلام المجموعة الأخرى لعقد المقارنات (إلا في حالة مشاهدتهم للمجموعة الأخرى) ؛ و بالإضافة إلى ذلك فإن القيام بالمقارنة نفسها عملية صعبة حيث أن مفهوم قياس الوقت (اللازم لعقد المقارنة) ما كان إلا محسوسا. كما لا يمكن تجاهل دور الموانع لأنها تنهي عمر الفقاعة قبل الأوان.

ساعد التلاميذ في هذه الحالة على فهم السبب وراء عدم توصلهم إلى الاتفاق و على العثور على حل : تكرر هذا العمل مع وضع بروتوكولا أكثر دقة لعقد المقارنات (إن استخدام الكرونومتر يبدو صعبا ، و العد يتوقف بشدة على سرعة التلاميذ ؛ قد يكون مصراع بطيء السرعة ملائما. فكر في عدم تغيير إلا مؤشرا واحدا بالمرّة أما الأداة أو طريقة النفخ ؛ من المناسب إعادة كل محاولة ثلاث مرات نظرا لوجود مؤشرات التي لا نتحكم بها : مثل كمية المستحضر التي يتم وضعها بالأداة ، و دور الموانع و الهواء).

الاسم :

التاريخ :

السلسلة الثالثة  
أي الفقاقيع أقوى ؟

أي الفقاقيع أقوى ؟

.....

.....

.....

أي جسم من الأجسام التي استخدمتها كان الأفضل للحصول على تلك الفقاقيع القوية ؟

.....

.....

.....

أي طريقة من الطرق التي اتبعتها كانت الأفضل للحصول على تلك الفقاقيع القوية ؟

.....

.....

.....

**السلسلة الرابعة**  
**هل تكون الفقاقيع بهذا الضعف؟**

**التلخيص :**

بعد القيام بمحاولة كسر الفقاقيع بواسطة أجسام مختلفة ، سوف يطرح على التلاميذ التحدي الذي يتمثل في النجاح في لمس الفقاعة دون كسرها و النجاح حتى في إدخال جسما إلى داخل الفقاعة دون أن تنفجر.

**أهداف المعلم :**

جعل التلاميذ يدركون أن الغشاء الصابوني هو عبارة عن غشاء ضعيف حساس للملامسة و للصدمات و لتيارات الهواء و للحرارة.  
دفع التلاميذ إلى اكتشاف أن بالرغم من ذلك يمكن لمس الفقاعة و تناولها بالأيدي أو بأجسام مختلفة بشرط أن تكون مبللة.

**المدة :**

حصتان مدة كل منهما ساعة تقريبا.

**الأدوات :**

**الحصّة الأولى :**

لكل تلميذ : صفحة كراس التجارب و شفاطة  
لكل مجموعة ثنائية أو مكونة من 4 أشخاص : صينية لعمل الفقاقيع ، و مستحضر لعمل الفقاقيع موضوع بكوب ، أجسام مختلفة لكسر الفقاقيع.  
للفصل : الملصقات التي سبق ملأها.

**الحصّة الثانية :**

مثل الحصّة الأولى و لكن بلا ورقة التقرير. جهز المزيد من الماء داخل كوب لكل مجموعة ثنائية أو مكونة من 4 أشخاص أو لجزء منهن فقط تبعا لسير الحصّة السابقة و/أو تبعا لاختيار المعلم.

**سير الحصّة و هدف الطفل :**

**الحصّة الأولى :**

**❖ جماعيا :**

اسأل التلاميذ اعتمادا على الحصص السابقة و نتائجها إذا كان من السهل كسر الفقاقيع و بواسطة أي جسم ؟ و ما الذي يتسبب في انفجارها ؟  
حدد أن تلك الحصّة سوف تجرى بالفصل و أنهم سيقومون بعمل الفقاقيع بواسطة الشفاطة فقط و ليس في الهواء بل فوق الصينية ، فلا ينبغي أن تحلق الفقاقيع.  
قدم الأجسام و اسألهم إذا كانوا يظنون أنهم سيتمكنون من تفجير الفقاقيع بواسطة تلك الأجسام.  
سيكون التلاميذ مقتنعين بأنهم سينجحون في ذلك. و لكن اطرح عليهم التحدي التالي : النجاح في لمس الفقاعة دون أن تنفجر.  
اقرأوا معا بطاقة تقرير التجربة.

## ❖ داخل مجموعة (مكونة من 2 أو 3 أو 4 أشخاص)

يقوم التلاميذ بعمل فقاعة أعلى الصينية ثم يقومون بتفجيرها بواسطة الأجسام المقترحة و الأجسام الأخرى التي يبدو مثيرة للانتباه.

مر سريعا بالقرب من كل مجموعة لدفع التلاميذ إلى التوصل إلى أن النجاح في كسر الفقاقيع بواسطة أي جسم سهل. حثهم عندئذ على محاولة لمس الفقاعة دون كسرها. أمثل على أسئلة موجهة : "عندما قمنا بعمل فقاقيع بالخارج نجح بعض التلاميذ في الإمساك بتلك الفقاقيع بواسطة الأجسام المستخدمة لعملها ، فلماذا برأيكم ؟ مما تتكون الفقاعة ؟ قوموا بوصفها (مستحضر صابوني ، و مستديرة و مبللة). و الجسم ، كيف يبدو ؟ ماذا حدث عند تقابل فقاعتان ؟ (ينتج عنهما فقاعة أضخم و لكنهما لا تنفجران)..."

**ملحوظة :** في الواقع نتيجة لتناول المستحضر المستخدم في عمل الفقاقيع تصبح أيدي التلاميذ مبللة و كذلك الأجسام. لذا سيتمكن التلاميذ سريعا من ملاحظة أن بإمكانهم لمس الفقاعة دون أن تنفجر. فإذا لم يتمكن التلاميذ من وضع النظرية في وقت سابق للتجربة (و سيكون هذا هو الحال بالتأكيد) ، فسيتمكنون من تقديم شرحا فيما بعد ، نتيجة للمشاهدة ، و للتفكير و الربط بين المعلومات المختلفة.

سوف تنجح بعض المجموعات بلا شك في البداية بالصدفة في إدخال الأجسام إلى داخل الفقاعة.

بعد حصول التلاميذ على الوقت الكافي ، قم بجمع الأدوات و تنظيف الطاومات إذا استدعى الأمر و بعد تذكير موجز بفحوى ورقة التقرير اطلب من التلاميذ ملؤه.

## الجمعية و الصياغة :

قم بخلق فكرة أن ضعف الفقاعة ناتج من رقة الغشاء : و بالتالي ينجح الهواء و الأجسام في كسرها ؛ كما تكسرها الأشياء الساخنة أو الجافة (قد يفكر التلاميذ في ظاهرة التبخر إذا كان قد سبق تناولها في مجال آخر و لكن هذا ليس بالضروري). ساعد التلاميذ على وضع النظريات و البحث عن التفسيرات المحتملة التي تسمح بفهم السبب وراء تمكن الجسم المبلل بواسطة المستحضر من لمس و حتى من الدخول إلى داخل الفقاعة دون أن يكسرها.

## ❖ جماعيا :

يعرض التلاميذ مشاهداتهم و النتائج التي توصلوا إليها. سوف تتفق كل المجموعات بلا شك على أنه من السهل كسر الفقاقيع ، و لكن قم بدفع التلاميذ على التساؤل عن السبب وراء ذلك من خلال طرح الأسئلة عليهم.

ثم تتبادل المجموعات حول التحدي. سيكون هناك مجموعات قد تعمقت أكثر من غيرها في عملية الاكتشاف. من ضمن النتائج و النظريات المحتملة للتلاميذ : "يجب تبليل الأجسام بواسطة المستحضر المستخدم في عمل الفقاقيع. و قد ينجح هذا أيضا في حالة استخدام الماء... من الجائز أن عند تبليل الجسم بواسطة المستحضر المستخدم في عمل الفقاقيع يتم مد الفقاعة عند لمسها بالمزيد منه مما يجعلها أقوى".

دون ملاحظات التلاميذ و اقتراحاتهم و نظرياتهم.

## الحصة الثانية :

### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

ذكر التلاميذ بما اكتشفوه بالمرّة السابقة بمساعدة الملصقة المنفذة بنهاية الجمعية الجماعية و ذكرهم كذلك بأهداف اليوم : و هي توصل كل مجموعة إلى إدخال جسما داخل الفقاعة و التحقق من ضرورة ترطيب الجسم بواسطة المستحضر المستخدم في عمل الفقاعات أم إن الماء كافي.

ذكرهم ببروتوكول التجريب (انظر الحصة الأولى)

بالنسبة للمجموعات التي ستجري التجربة باستخدام الماء (أو بالنسبة للفصل بأكمله إذا قرر المعلم ذلك) أكد على ضرورة الانتباه إلى عدم خلط الماء بمستحضر الفقاع. حث التلاميذ على ذكر السبب و على اسناد الأدوار التي تخدم هذا الهدف. وزع الأدوات.

#### ❖ داخل المجموعة :

يجري التلاميذ التجربة. مر بين المجموعات و شجع التلاميذ على القيام بمشاهدات دقيقة فمثلا : هل إدخال الجسم من الجنب أسهل أم من الأعلى ؟

### الجمعية و الصياغة :

ادفع التلاميذ إلى التوصل إلى أنه يكفي أن يكون الجسم ميلا حتى و إن كان بالماء. ابرز فكرة أن الفقاعة تكون أضعف من الأعلى (فهي تنفجر بسهولة إذا حاولنا إدخال الجسم من الأعلى) مما قد يثبت مشاهدات سابقة (يمكن مشاهدة السائل و هو يسيل في اتجاه الأسفل و انفجار الفقاعة من الأعلى). سوف تستخدم تلك الملاحظات كركيزة للحصة المقبلة لمساعدة التلاميذ على مواجهة تحدي آخر.



الاسم :

التاريخ :

السلسلة الرابعة  
هل تكون الفقاقيع بهذا الضعف ؟

(1) كسر الفقاعة :

الجسم	يكسر الفقاعة ؟ نعم أم لا (بإمكانك إضافة ملاحظاتك إذا أردت)
قلم حبر	
مسواك	
سداة	
يد	

(2) التحدي : لمس الفقاعة دون كسرها :

هل نجحت في لمس الفقاعة دون كسرها ؟

.....

بواسطة أي شيء ؟ وكيف ؟

.....

.....

.....



## السلسلة الخامسة

### كيف يمكن المد في عمر الفقاعة ؟

#### التلخيص :

يحاول التلاميذ منع الفقاعة من الانفجار لأطول فترة ممكنة.

#### أهداف المعلم :

- إعادة استثمار الاكتشافات و المشاهدات السابقة للعثور على حل للمشكلة المطروحة (وضع النظريات و اقتراح بروتوكول التجربة).
- دفع التلاميذ إلى إدراك أن من الممكن إطالة عمر الفقاعة عن طريق مدها بالماء بطريقة منتظمة.

#### الأدوات :

لكل تلميذ : ورقة التقرير و شفاطة.  
لكل مجموعة مكونة من 2 أو 3 أو 4 تلاميذ : لنصف المجموعات : صينية أو طبق لعمل الفقاقيع ، مستحضر لعمل الفقاقيع موضوع بكوب ، و نفاطة لمد الفقاقيع بالماء و بالمستحضر قطرة بقطرة ؛ و للنصف الآخر : نفس الأدوات بالإضافة إلى كوب ماء.  
للفصل : ملصقات الحصص السابقة.

#### هدف الطفل و سير الحصّة :

#### ❖ جماعيا :

سؤال موجه للتلاميذ : "ماذا سيحدث إذا قمتم بملء فقاعة بالصينية و انتظرتم ؟". يعرف التلاميذ الآن و قد أتيح لهم الوقت لرؤية أن بعد فترة تنفجر الفقاعة.  
اطرح عليهم عندئذ تحدي الحصّة : إبقاء الفقاعة لأطول فترة ممكنة بمعنى منعها من الانفجار.  
يتم في الواقع القيام بمرحلة الجمعية و الصياغة لهذه الحصّة قبل التجريب بفترة ، حيث يمتلك التلاميذ حججا كافية لوضع النظريات التي تقوم على الحجج و العملية و تصور تجربة لإثبات النظرية.  
ساعد التلاميذ من خلال طرح الأسئلة عليهم على التوصل معا إلى منطق يعتمد على التجارب و المشاهدات السابقة التي ستسمح لهم باقتراح حل (نظرية للحل) للنجاح في التحدي و لاسيما : فقاعة مصنوعة بالماء و بالمستحضر الصابوني ، يمكن لمسها و وضع جسما بداخلها دون أن تنفجر بينما لا يكون هذا هو الحال مع الجسم الجاف ، لقد رأينا أن المستحضر يسيل نحو الأسفل و أن الفقاعة تنفجر في اتجاه الأعلى حيث يقل تدريجيا المستحضر فتصبح الفقاعة أرق بهذا المكان و بالتالي أضعف و بالتالي تنفجر.  
و بكل هذه العناصر يتمكن التلاميذ بإرشاد المعلم من اقتراح إضافة المزيد من المستحضر أو من الماء. حدد المكان الذي يتم فيه الإضافة (بالأعلى) و طريقة إضافتهما (برقة).  
من أجل الوسيلة : قدم إلى التلاميذ النقاط و اشرح لهم طريقة عملها.  
ذكرهم بخطوات التجربة التي يجب أن تناسب النظرية : يجب إعطاء التلاميذ الماء أو المستحضر المستخدم في عمل الفقاقيع (تبعاً لما سيقوله التلاميذ).  
حث التلاميذ على إسناد أدوارا محددة إلى أعضاء كل مجموعة.  
قم بتوزيع الأدوات.

## ❖ داخل المجموعات :

يحاول التلاميذ المد في عمر الفقاعة عن طريق استخدام طريقة قاموا باقتراحها. مر بين المجموعات و شجع التلاميذ على القيام بالمشاهدات و توضيح الظواهر المشاهدة (لماذا ينجح هذا). و سوف يتم قياس عمر الفقاعة بطرق مختلفة تبعا لسن التلاميذ و لخبرتهم (الاحساس بالوقت أو الكرونومتر أو مسرع (موقنة موسيقية) أو الساعة الرملية...).

## الجميع و الصياغة :

إثبات أن من الممكن مد عمر الفقاعة طويلا من خلال مدها بالمستحضر أو بالماء برقة و من الأعلى لتعويض النقصان في السائل الذي يسيل على الجانب.

## ❖ جماعيا :

ادفع التلاميذ إلى التبادل حول ما شاهدوه. قم بتوضيح سبب نجاح العملية للتلاميذ (معادلة سيلان السائل على الجوانب عن طريق إضافة السائل إلى أعلى الفقاعة). ستكون عملية الجميع التي تستند إلى التجربة سريعة إلى حد ما بقدر ما كانت مرحلة وضع النظرية عميقة و متكاملة.

الاسم :

التاريخ :

السلسلة الخامسة  
كيف يمكن المد في عمر الفقاعة ؟

قم بعمل رسما توضيحيا لشرح كيف نجحت في مد عمر الفقاعة.

الاسم :

التاريخ :

السلسلة الخامسة  
كيف يمكن المد في عمر الفقاعة ؟

قم بعمل رسما توضيحيا لشرح كيف نجحت في مد عمر الفقاعة.

## السلسلة السادسة

### عمل فقاقيع ضخمة جدا

#### التلخيص :

لقد تمكن التلاميذ خلال الحصص السابقة من مشاهدة أن الفقاقيع الضخمة لا تدوم طويلا. و سوف يكتشفون بهذه السلسلة أنه من الممكن بالرغم من ذلك الحصول في ظل بعض ظروف على فقاقيع ضخمة لا تنفجر على الفور.

#### الأهداف :

- إعادة استثمار الاكتشافات السابقة لدفع التلاميذ إلى التفكير فيما قد يسمح بالحصول على فقاقيع في غاية الضخامة (حلول و أدوات و تقنيات).
- دفع التلاميذ إلى التعرف على خاصية الامتصاص لدى بعض الخامات التي تسمح بالتالي على الحصول على "مخزون" من المستحضر المستخدم فوق الأداة مما يساعد على تكون فقاقيع قوية إلى حد ما.

#### الأدوات :

**الفصل :** محلول خاص لعمل الفقاقيع الضخمة ، و سلك يبلغ طوله بضعة سنتيمترات و خيط من أجل الجمعية.  
**لكل مجموعة مكونة من 4 أشخاص :** أداتان كبيرتان (بخيط و بدون خيط حول السلك) و أدوات الحصص السابقة ، إناء كبير إلى حد ما لاستخدام الأدوات الكبيرة بشكل صحيح.  
**لكل تلميذ :** صفحة كراس التجارب.  
أعد تلك الحصة خارج الفصل (و بالأحرى بباحة لتقادي الرياح).

#### هدف الطفل و سير الحصة :

#### ❖ جماعيا :

اخبر التلاميذ أن عليهم مواجهة تحدي آخر : "عمل فقاقيع ضخمة تدوم طويلا". و اسأل التلاميذ عن الطريقة التي سيتصرفون بها للحصول على النتائج المطلوبة.  
قد يؤكد التلاميذ في بادئ الأمر أن ذلك مستحيل نظرا لاكتشافاتهم السابقة. ادفعهم عندئذ إلى تخطي تلك اللحظة من خلال طرح الأسئلة عليهم و مساعدتهم على العثور وسط ما يعرفونه سابقا عن عناصر تسمح بالتقدم نحو إجابة محتملة و لكن جزئية بهذه المرحلة.  
**أمثلة على أسئلة موجهة :** "أي الأدوات كانت الأفضل في عمل فقاقيع ضخمة؟" و أي مستحضر ؟ و أي طريقة لعمل الفقاقيع ؟... (الأدوات الضخمة ، وضع الكثير من المستحضر دون رج المحلول ، و النفخ بركة). ساعد التلاميذ على خلق فكرة أن للنجاح في عمل فقاقيع أضخم يحتاج التلاميذ لمحلول فعال ، و لأداة أضخم. بعد التفكير مليا و إبراز المؤشرات المهمة ، قل لهم أنهم بالفعل قد وجدوا جزءا من الإجابة و أنه سوف يتم توفير مستحضرا جديدا و أكثر فاعلية و كذلك أدواتا جديدة لمساعدتهم في النجاح في التحدي و استجابة لطلبهم ؛ (قدم الأداة الكبيرتين ، الأداة ذات الخيط و الأداة بدون الخيط) و ادفع التلاميذ إلى وصفهما ؛ و اخبرهم أن بإمكانهم كذلك استخدام الأدوات القديمة إذا رغبوا في ذلك.  
قدم صفحة كراس التجارب.

## ❖ داخل المجموعة :

بمكان آخر بالفصل يقوم التلاميذ باختيار الأدوات التي يرون أنها مناسبة و يحاولون عمل فقاقيع ضخمة و لا تنفجر على الفور. مر بين المجموعات و شجع التلاميذ على التفكير للتوصل إلى أفضل التقنيات عن طريق طرح الأسئلة. أمثلة على أسئلة موجهة : "كيف تقوم بوضع المستحضر فوق الأداة ؟ أيهم أفضل ؟ لماذا برأيك ؟ هل النفخ أفضل أم تحريك الأداة في الهواء ؟..."  
عد إلى الفصل. يقوم التلاميذ بملء صفحة كراس التجارب.

## الجميعة و الصياغة :

ساعد التلاميذ على إدراك أن الجمع بين عدة مؤشرات هو ما سمح لهم بمواجهة التحدي ؛ لقد تم التطرق إلى اثنين أو ثلاثة منهم ببداية الحصة : نوعية المستحضر و حجم الأداة (كبير) و طريقة عمل الفقاقيع (النفخ برقة و الحرص على تناول أكبر كمية ممكنة من المستحضر). و مع ذلك يجب أن تسمح مرحلة التجريب بإضافة مؤشر آخر : إن الخامات المستخدمة في صنع الأداة مهمة هي الأخرى : تسمح بعض الخامات نتيجة لخاصية الامتصاص بالحصول على "مخزون من المستحضر" و بالتالي يتم الحصول على فقاقيع ذات غشاء أسمك و أقوى.  
علاوة إلى ذلك فإن في حالة الأدوات الكبيرة جدا يكون من الأفضل تحريك الجسم في الهواء (مسألة نسبة بين الفم و مساحة الغشاء الذي سيتم نفخه).

ادفع التلاميذ إلى تبادل مشاهداتهم بحيث يثبتون النظريات التي تم وضعها ببداية الحصة. سيوافق التلاميذ بلا شك على أن أكثر الأدوات ملائمة هما الأداةان الكبيرتان و أنه من الضروري استخدام كمية كافية من المستحضر على الأداة و القيام بذلك برقة ؛ و أن من الأفضل تحريك الجسم بدلا من النفخ (مما يعد مفاجئة و يبدو مناقضا لما اكتشفه التلاميذ سابقا ؛ و لكنه من المستحيل نفخ غشاء الأداة بالكامل بواسطة الفم).

و أخيرا اسأل التلاميذ أي الأداةين أفضل إذا لم يكن قد سبق لهم ذكر ذلك ، و ادفعهم إلى التساؤل عن السبب وراء كون الأداة ذات الخيط أفضل. وجه المناقشة نحو وصف الخامات (سلك و خيط) و نحو الخصائص المعروفة لكل منهما و الربط بين ذلك و بين خصائص الماء (السائل) لخلق فكرة أن امتصاص الخيط للمستحضر يسمح بالحصول على المزيد من المستحضر أعلى الأداة و بالتالي الحصول على فقاعة أقوى.  
بعد خلق تلك الفكرة سيصبح من الممكن إثباتها عن طريق تغطية الإثنين داخل دلو به ماء ثم جذبهما و مشاهدة ما يحدث.

أكمل ملصقات الفصل.

الاسم :

التاريخ :

السلسلة السادسة  
عمل فقاقيع ضخمة

لقد جريت أجساما مختلفة لعمل فقاقيع ضخمة. ارسم أفضل تلك الأدوات (الأداة التي سمحت بعمل فقاقيع ضخمة لا تنفجر على الفور).

لماذا برأيك يعمل هذا الجسم بشكل جيد ؟

.....

.....

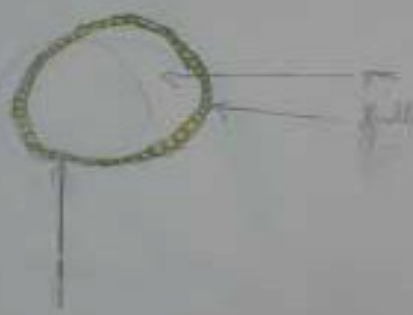
.....



nom: *stephane* Date: *14/11/2010*

**Séquence 6**  
**Faire de grosses bulles**

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



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

*pour que la bulle se forme*

*moins grâce à la fille*

*peut être.*



## السلسلة السابعة

### خلق أشكالاً بواسطة الفقائيع

#### التلخيص :

يتخيل التلاميذ بصورة فردية أشكالاً بواسطة الفقائيع ثم ينفذونها.

#### أهداف المعلم :

اقترح موقف جديد يتطلب تخيل و إعادة استثمار المعرفة لتقييم ما يتذكره التلاميذ من الأعمال السابقة.

#### الأدوات :

الفصل : كل ملصقات التقارير التي لن يتم عرضها إلا عند القيام بالجميعة ، مساوك ، و نقاطات و ماء و أجسام صغيرة مختلفة يمكن أن يستخدمها التلاميذ بحرية ، و آلة تصوير إذا أمكن (رقمية في أفضل الأحوال)  
لكل تلميذ : طبق أو إناء مسطح أكبر بقليل (ذو ألوان مختلفة للحصول على نتائج أفضل و مصنوع من البلاستيك) ، إناء يحتوي على المستحضر المستخدم في عمل الفقائيع (لزج إلى حد ما لتفادي انزلاق الفقائيع و التصاقها بحافة الطبق) و شفاطة و صفحة كراس التجارب.

#### المدة :

حصة مدتها ساعة تقريبا. سوف يتم القيام بمرحلة الجميعة بطريقة مختلفة حسب التمكن أو عدم التمكن من التقاط الصور (مؤجلة أم لا)

#### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

اسأل التلاميذ إذا كان قد سبق لهم خلال التجارب السابقة مشاهدة عدة فقائيع ملتصقة معا. و ستكون الإجابة بالضرورة بالإيجاب. ثم اشرح لهم أن التحدي اليوم يكمن في تنفيذ شكلا أو بناءا من الفقائيع . حدد أن العمل سيكون فرديا و صف لهم الأدوات المتوفرة. أضف أن التلاميذ سيحاولون تخيل البناء أو الشكل الذي سينفذونه مسبقا قبل الحصول على كل الأدوات ؛ قدم عندئذ صفحة كراس التجارب. و اطلب من بعض المتطوعين اخبار الآخرين بما ينوون تنفيذه لإثارة خيال كل منهم.

#### ❖ فرديا :

يقوم التلاميذ برسم تصميماتهم التي سيتم عملها بالفقائيع كما يلقبونها بالأسماء إذا أمكن.

مر بين التلاميذ لتشجيع كل منهم.

بعد حصول التلاميذ على الوقت الكافي ، قم بتوزيع الطبق و الشفاطة و المستحضر على كل تلميذ و ذكرهم بتوفر أدوات صغيرة فوق الطاولة المعدة لهذا الغرض (أجسام صغيرة و مساوك و نقاطة و ماء...)

اترك التلاميذ يتصرف مع تشجيعهم على الالتزام بالمشروع الأولي (دون تحويل تلك القاعدة إلى قاعدة مطلقة) سواء كان ذلك لشدة صعوبة التنفيذ أو كان لحصول التلميذ أخيرا على فكرة تجذبه أكثر . راقب التلاميذ و اطلب منهم توضيح بعض التصرفات : يتمكن التلاميذ من التحكم في الفقاقيع دون أن تنفجر و من إدخال الأجسام بداخلها و من التخلص من الفقاقيع الزائدة أو المزعة (هل يفكر التلاميذ على سبيل المثال في استخدام المساوك و استبداله عندما يتوقف عن العمل ما أن يصير مبللا ، هل يفكرون في مد عمر الفقاعة حتى ينتهون من تنفيذ أعمالهم...)

التقط الصور إذا أمكن نظرا للطابع الموقت لتلك الأعمال ؛ و حتى إذا لم تكن تلك الأعمال ضرورية لتقييم المعلم للتلاميذ ، فإنها تسمح بجميعة أكثر عمقا و أكثر دقة.

امنح كل تلميذ الوقت اللازم.

### **الجميعة و الصياغة :**

استهدف أساسا تذكير التلاميذ بمجموع المعارف الخاصة بالحصص السابقة ، أما معرفة اليوم فلها وظيفة الاستثمار (الفقاقيع الأصغر أقوى و مع ذلك يمكن مد عمر الفقاعة حتى و إن كان حجمها ضخم عن طريق مدها بالماء ، و يمكن التحكم بها إذا كانت الأيدي مبللة...).

قد تطرأ مشاهدات جديدة متعلقة بالألوان أو الانعكاسات على سبيل المثال ، أو حتى أن للفقاعة سطح ملامسة "مسطح". إذا تم التقاط الصور فسوف تمثل ركيزة جيدة للمناقشة : مقارنة بينها و بين المشروع الأولي و تعليقات تقنية اعتمادا على الصورة. أجل في هذه الحالة الجميعة قليلا (أجلها لوقت قصير). ادفع التلاميذ إلى التبادل. أمثلة على أسئلة موجهة : "هل نجحتم في تنفيذ التصميم الأولي ؟ لماذا ؟ كيف ؟ ما الذي قمتم به بخلاف ذلك ؟ لماذا ؟"

**ملحوظة :** يمكن الربط بين هذا العمل و الفن التشكيلي : من خلال خلق أشكالها أساسا هندسي مقطوع ، للقيام بعمل قائمة تسهل عملية إبداع التلاميذ باستخدام الفقاقيع أو العكس لاحقا. يمكن أيضا تخيل تقديم كل تلميذ للشكل الخاص به مع العمل على الألوان و الأحبار و الشفافية و الانعكاسات...

الاسم :

التاريخ :

السلسلة السابعة  
خلق أشكالاً باستخدام الفقاقيع

ارسم الشكل الذي ترغب في تنفيذه.

الاسم :

التاريخ :

السلسلة السابعة  
خلق أشكالاً باستخدام الفقاقيع

ارسم الشكل الذي ترغب في تنفيذه.

Prénom : Hoaiv-DUNG

Date : 29-03

Je dessine la construction en bulles que je voudrais réaliser.





## السلسلة الثامنة الزبد (الرغوة)

### التلخيص :

يقوم التلاميذ بعمل رغوتين مختلفتين و مشاهدتهما.

### أهداف المعلم :

- دفع التلاميذ إلى الانتباه عند مشاهدة الزبد إلى تكوينه من مجموعة من الفقائيع.
- مساعدة التلاميذ على ملاحظة أن مع ذلك تختلف الفقائيع المجمعة عن الفقاعة المنفردة : من حيث الشكل (الحافة مسطحة) و التصرف (فبالرغم من تكون الزبد من سائل إلا أنه يتصرف كالجسم صلب في بعض الأمور)
- استخدام هذا التناقض للتطرق إلى مفاهيم السائل و الصلب (بدء عمل لاحق).

### المدة :

حصة مدتها ساعة تقريبا.

### الأدوات :

**الفصل :** ملصقات الحصص السابقة  
**لكل مجموعة (عمل مجموعات ثنائية إذا أمكن) :** إناءان صغيران بهما ماء و سائل غسيل الأطباق ، صينية لحماية الطاولة ،  
نوعان من الشفطات أو من الأنابيب متفاوتة الأقطار (أحدهما كبير جدا و الآخر صغير جدا).  
**لكل تلميذ :**صفحة كراس التجارب

### سير الحصة و هدف الطفل :

#### ❖ جماعيا :

اسأل الأطفال إذا كانت قد سنحت لهم الفرصة لرؤية الزبد خلال الحصص السابقة أو في حياتهم اليومية. اسألهم عن شكله و بما يذكروهم و عن طريقة تكونه و كيفية تصرفه... دون اقتراحات و وصف التلاميذ على السبورة. بالرغم من رؤية التلاميذ للزبد (بالحياة اليومية أو خلال الحصص) إلا أن اقتراحاتهم و وصفهم سيكون فقيرا و مراوفا بلا شك.  
اخبر التلاميذ عندئذ عن قيامهم بعمل نوعين مختلفين من الزبد و مشاهدتهما بتمعن حتى ينتهوا من اقتراحاتهم و يتحققوا من بعض منها.

قدم صفحة كراس التجارب إلى التلاميذ و قم بتوزيع الأدوات.

#### ❖ داخل المجموعة :

يقوم التلاميذ بعمل نوعين من الزبد و مشاهدتهما. مر بين المجموعات و حث التلاميذ على القيام بالمشاهدة الدقيقة و المقارنة بين الرغوتين. أمثلة على أسئلة موجهة : "إلى ما تشبه تلك الرغوة ؟ و ماذا عن هذه ؟ ما الفرق بين الاثنين ؟ و ما هي أوجه

الشبه بينهما؟ ماذا يحدث عند لمسك للزبد؟". إذا توصل التلاميذ إلى فكرة أن الفقاعات متجمعة ، فحثهم على مشاهدتها على حدة : "هل تشبه تلك الفقاقيع الفقاعة التي قمت بعملها مستخدما الأدوات؟ و ما هو الفرق؟..."

## الجميعة و الصياغة :

إن الزبد عبارة عن فقاقيع مجتمعة ، و لكنها تمتلك شكلا خاصا : و هو تسطح سطح التلامس قليلا. يمكن تناول الزبد بسهولة تكاد تكون في سهولة التحكم في الجسم الصلب بالرغم من تكونه من السائل (ماء + سائل غسيل الأطباق).

### ❖ جماعيا :

دفع التلاميذ إلى التبادل حول المشاهدات التي تمكنوا من القيام بها دون أن ينسوا مقارنتها بما قالوه ببداية الحصة. ستكون المشاهدة العمودية و الدقيقة قد سمحت بالضرورة بإثراء الحديث. دفع التلاميذ إلى إدراك ذلك إذا لزم. تناول التساؤلات التي دارت في المجموعة من جديد لتنظيم التبادل بين التلاميذ. توجيه المناقشة بنهاية الحصة إلى تصرف الزبد و شكله عند النظر إليه ككل من بعيد. سيقوم بعض التلاميذ بلا شك إلى مقارنته بالزبد الاصطناعي (من حيث الوزن و الرخاوة) و إلى القطن (من حيث الوزن و الرخاوة و الشكل و لون الرغاوي المكونة من فقاقيع صغيرة)... و قم بعمل الزبد من جديد سريعا و وفر في تناولك قطنا و زبدا اصطناعيا. اعقد المقارنة مع التلاميذ ؛ ساعدهم على رؤية الاختلافات و خاصة في التصرف و على فهم السبب وراء ذلك :إذا قمت بسحق الزبد المكون من الفقاقيع أو القطن لن تحصل على نفس النتيجة : فالجسم الصلب يختلف عن السائل و الزبد يتكون من سائل.



**السلسلة الثامنة**  
**عمل زبد ( رغوة ) بواسطة أجسام مختلفة**

ارسم رسما توضيحيا للزبدتين الذين قمت بعملهما و دون أوجه الاختلاف و التشابه بينهما.

زبد بواسطة أنبوب ضخم	زبد بواسطة شفاطة أو أنبوب صغير
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

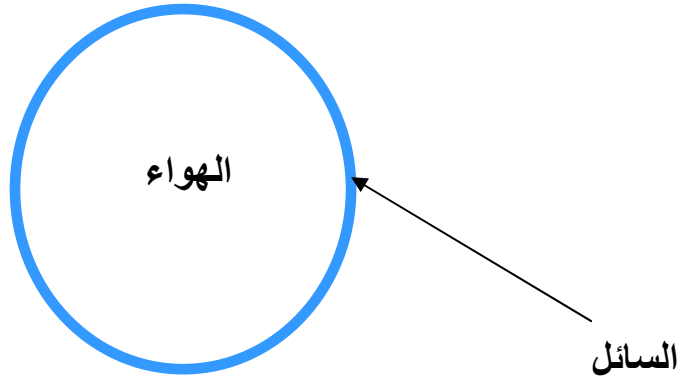
# Fabriquer de la nouille avec des objets

Faire le schéma des nouilles différentes et noter les différences.

nouilles avec petits ou petit types	nouilles avec gros types
	
elle est plate	elle est large
elle est longue et fine	elle est plus épaisse
elle est de couleur	elle est plus de couleur
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

# المصاحبة العلمية

ما فقاعة الصابون إلا غشاء رقيق من الخليط الصابوني محيطاً بحجم معين من الهواء (الشكل 1). إن بساطة تعريف كهذا قد تؤدي إلى اعتقاد أن الفقاعة لا تخفي أي شيئاً استثنائياً ، و إن دراستها في غاية السهولة. و لكن الواقع لسوء الحظ مختلف كل الاختلاف عن ذلك و ندرك هذا سريعاً عند التساؤل حول ما يفسر شكل الفقاقيع أو قوتها أو حتى الضرورة إلى إضافة الصابون إلى المحلول أن المشكلة تتناول مفاهيم معقدة إلى حد ما. و مع ذلك سنحاول الإجابة بطريقة مبسطة على بعض الأسئلة ضمن الأسئلة الأكثر أهمية.



الشكل 1 : فقاعة صابون

## لماذا لا نتمكن من عمل فقاقيع بدون استخدام الصابون ؟

حاول عمل فقاعة باستخدام الماء النقي و سوف تفشلون فشلاً ذريعاً. تفسر دراسة تماسك السوائل ضرورة إضافة الصابون إلى المحلول.

أياً كانت طبيعة السائل فإنه يتكون من جزيئات تجذب بعضها البعض مما يسمح له بالتماسك و عدم الانتشار في الفضاء كما تفعل جزيئات الغاز.

يتكون الماء على سبيل المثال من جزيئات  $H_2O$  التي تمتلك قطبا سالبا (ذرة O) و قطبين موجبين (ذرات H) : يتجاذب هذان القطبان كهربائياً ليكونا رابطة بيجزيئية (بين الجزيئات) تؤمن تماسك السائل على المستوى العياني (ما يرى بالعين المجردة).

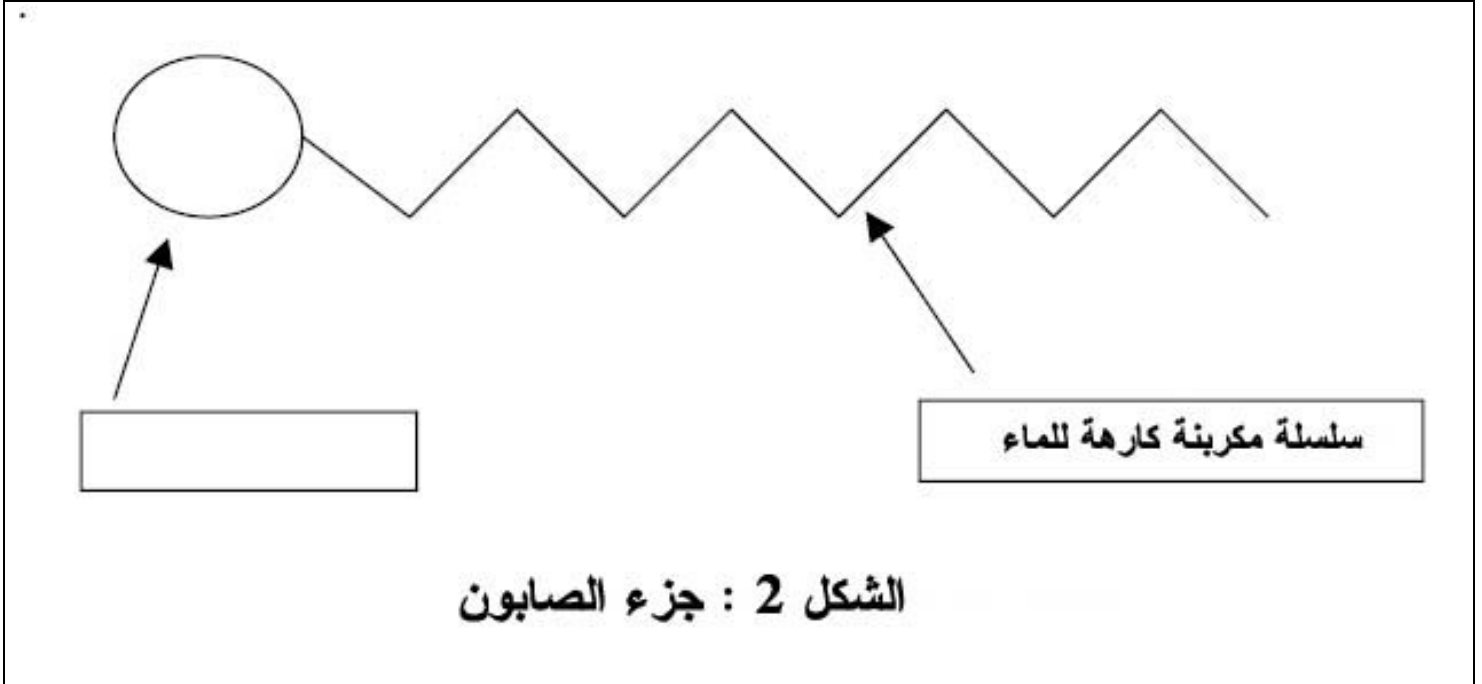
و بالتالي تقوم الجزيئات المجاورة للجزيء الموجود بوسط السائل بجذبه بنفس الطريقة في كل الاتجاهات (فلا يكون هناك قوة محصلة حيث تلغي القوى تأثير بعضها البعض). ينتج عن ذلك قوة مؤثرة على سطح السائل و موجهة إلى وسطه. يكلف اصطحاب جزيء إلى سطح السائل طاقة : كما أن كلما صغر حجم السطح كلما قل عدد الجزيئات به و كلما كان النظام ميسراً. تؤدي تلك الظاهرة إلى امتلاك السائل لسطح مطايطي يميل إلى التقلص : يطلق على ذلك توتر السطح.

إن من المهم عند هذه المرحلة من الشرح ملاحظة أن بما أن جزيئات السائل تجذب بعضها البعض فإن الشكل الطبيعي للسائل دون تأثير أي قوة خارجية عليه هو شكل قطرة كروية تماماً ، و حتى باستخدام الصابون ، لا يمثل شكل القطرة بالنسبة للسائل شيئاً طبيعياً أو متوازناً.

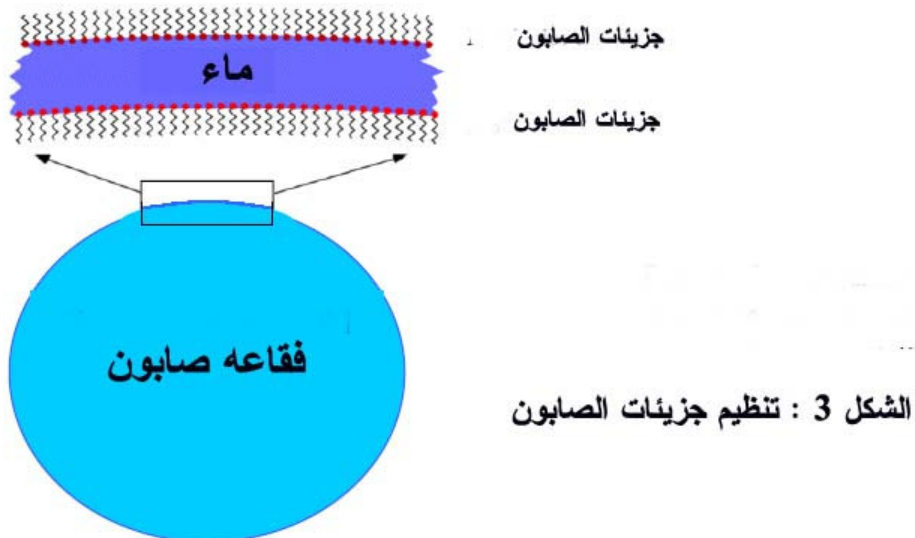
و مع ذلك فإذا لم نستطع أبداً الحصول على فقاعة باستخدام الماء النقي ، فمن الممكن التوصل إلى ذلك عن طريق خفض توتر سطح السائل. و لهذا الهدف يتم إضافة الصابون. ففي الواقع عند الرغبة في تكوين فقاعة بواسطة السائل يجب أن نمط سطحه

(كما يمتد البالون عند نفخه) و بالتالي تكبير السطح : و نحتاج في هذه الحالة إلى عدد أكبر من الجزيئات عند السطح مما يكلف طاقة كما ذكرنا و بالتالي لا يصبح ميسرا.

عند إضافة الصابون ، فإنه يذوب بالماء و تمتزج جزيئاته بجزيئات الماء. إلا أن جزيئات الصابون تتميز بخاصية امتلاك جزئين بينين (الشكل 2) : رأس محب للماء hydrophile يميل إلى الاختلاط بالماء و ذيل كاره للماء hydrophobe يبغى على العكس البقاء خارج الماء. فينتج عن ذلك أن جزيئات الصابون تتخذ مكانها عند السطح ، "الرأس بالماء" و الجزء الكاره للماء خارجه. و على نقيض جزيئات الماء تتجذب جزيئات الصابون عند السطح و بالتالي تميل إلى خفض توتر السطح. و سيكون مط السطح سانحا لأن السطح ستشغله جزيئات الصابون.

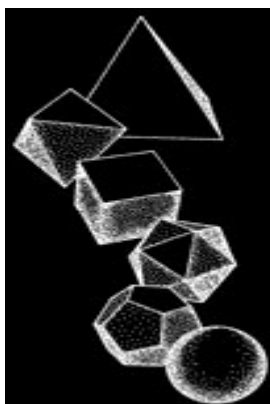


لقد رأينا أن الفقاعة عبارة عن غشاء رفيع من السائل محيطا بالهواء. و في شكل كهذا يمتلك السائل سطحين (سطحا داخليا و سطحا خارجيا) و تصبح هيئته على شكل طبقة ثنائية كما هو موضح بالشكل 3 :



لماذا تكون الفقاعة مستديرة الشكل ؟

كما سبق و أن رأينا ، تجذب الجزيئات بعضها البعض داخل السائل : حالة التوازن ( و بطريقة أخرى في أكثر الحالات استقرارا ، أو "الطبيعي" في عدم وجود اضطرابات) هي الحالة التي يكون فيها سطح التلامس بين السائل و الهواء في أصغر حالاته. و أصغر الأسطح التي تحتجز حجما معيناً من الهواء هي الكرة.



الشكل	عدد الأوجه	الحجم	المساحة
مجسم مربع الوجوه	4	$16\text{س}^3$	$46\text{سم}^2$
مكعب	6	$16\text{س}^3$	$39\text{سم}^2$
ثمانى الأوجه	8	$16\text{س}^3$	$37\text{سم}^2$
ذو الإثنى عشر سطحاً	12	$16\text{س}^3$	$34\text{سم}^2$
الكرة	لانهاى	$16\text{س}^3$	$31\text{سم}^2$

الشكل 4 : تمتلك الكرة أقل مساحة ، لحجم من الهواء المحتجز.

و لهذا العديد من النتائج في الطبيعة. فمثلا :

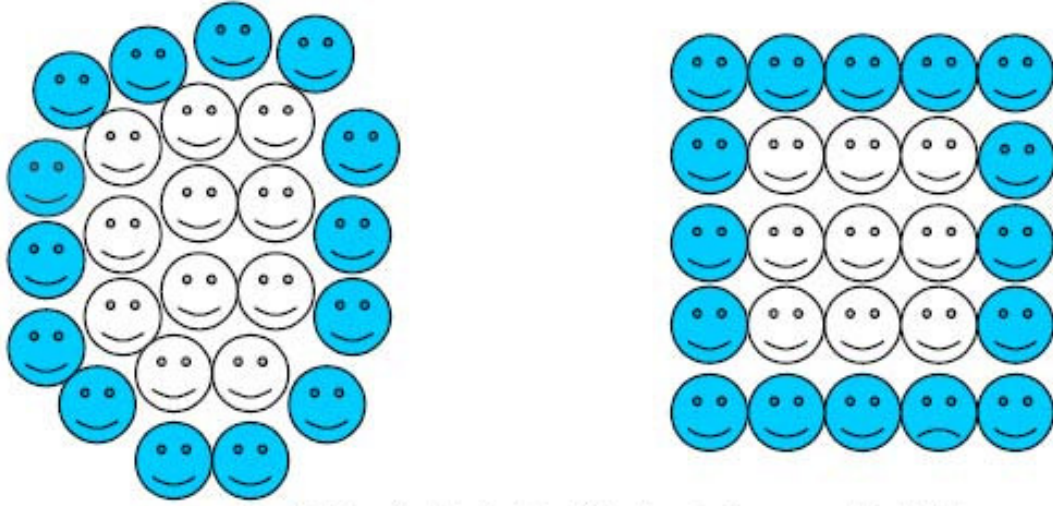
- يميل حجم من الماء المنفرد إلى اتخاذ شكل الكرة : يكون الماء قطرات.
- إن حالة الفقاعة أكثر تعقيدا بقليل لأن للسائل شكل غشاء رقيق و بالتالي يكون له سطحان للتلامس مع الهواء ، من الداخل و من الخارج. علما بأن حجم الهواء المحتجز ثابت ، فإن المبدأ هو نفس المبدأ السابق : ينبغي أن تكون المساحات أصغر المساحات الممكنة و متوافقة مع الحجم المعين. أقل مساحة حول الحجم الثابت هي الكرة.

يمكن علاوة إلى ذلك أن نلاحظ أن وفقا لما تم ذكره فإن الشكل المستقر للسائل الصابوني هو شكل القطرة الكروية. تعتبر الفقاعة نظاما غير متزنا و بالتالي غير مستقر : عند أقل قدر من التسرب تتمزق و تأخذ شكل القطرات من جديد.

و لهذه السبب يكون للفقاقيع حياة محدودة إلى حد ما و تنفجر بسهولة عند حدوث أي اضطراب أو إخلال.

### تفسير محتمل للأطفال :

يمكن للتبسيط اتباع المنطق التالي بخصوص الهواء داخل الفقاعة. يتكون الهواء من شخصيات صغيرة (الجزيئات) التي تتحاب : و تريد البقاء قريبة من بعضها البعض. فتتدبر أمرها بحيث تحد إلى أقصى حد من تواجد الجيران من حولها.



الشكل 5 : يوجد شخصيات أقل عند السطح في التنظيم الكروي

مثال : إذا اتخذ الـ 25 شخصا شكل المربع ، فسيحتاجون 16 على الحافة بينما إذا اتخذوا شكل الدائرة فسيحتاجون 14 فقط.

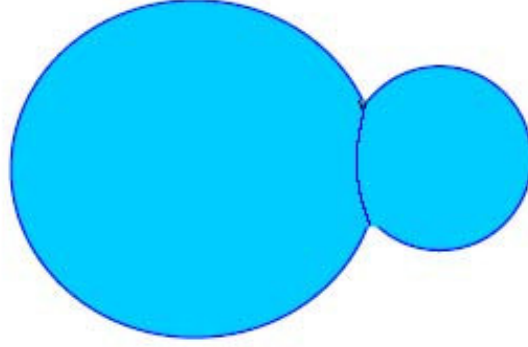
### التلامس بين الفقائيع :

نلاحظ عند لصق فقاعتين ذات نفس الحجم أن سطح التلامس موحد المستوى (الشكل 6). قد يبدو هذا عجيبا في البداية و لكن ما أن نفكر في الأمر ندرك أن من الصعب إلا يكون كذلك. ففي الواقع تحاول كل فقاعة اتخاذ شكلها الكروي الطبيعي ، فتحاول "دفع" سطح التلامس حتى تستدير و لكنها تخضع في ذات الوقت إلى نفس الدفع من قبل جارتها. فينتج عن ذلك ضرورة توصل الفقاعتان إلى حل وسط لا سبب له أن يحابي فقاعة على حساب الأخرى و يتميز بسطح مسطح.



الشكل 6 : صورة لتلامس فقاعتين.

و مع ذلك فلا يتم دائما الالتزام بتسطح التلامس و خاصة عندما يتفاوت حجم الفقائيع بشكل ملحوظ. و في هذه الحالة يمكن توضيح أن الضغط داخل الفقاعة الصغيرة أكبر من الضغط داخل الفقاعة الضخمة مما يسفر الحصول على سطح مقوس و ملوي إلى داخل الفقاعة الضخمة.



الشكل 7 : شكل التلامس بين فقاعتين ذات أحجام مختلفة.

### ما الذي يكسر الفقاعة ؟

هناك ثلاثة عوامل أساسية تؤدي إلى انفجار الفقاعة.

#### **نزح (تصريف المياه) السائل الصابوني**

يسيل السائل في اتجاه الأسفل داخل الغشاء الذي يكون الفقاعة تحت تأثير الجاذبية الأرضية. في حين يزيد سمك الغشاء الرقيق بالأسفل ، يقل السمك بأعلى الفقاعة تدريجيا حتى يصبح الغشاء في غاية الرقة لمقاومة التوتر سطح : فتنفجر الفقاعة. إن هذا بمثابة "الموت الطبيعي" للفقاعة.

#### **التبخر**

إلا أن العديد من الفقاعات لا يبلغ هذه المرحلة و ينفجر قبل الأوان بسبب اضطراب ما. أكثر تلك الاضطرابات شيوعا هو اصطدام الفقاعة بمانع. و في أغلب الأحيان لا تكون الصدمة السبب في انكسار الفقاعة و لكن يرجع السبب في انكسارها إلى كون المانع جافا : عند ملامسته يتبخر السائل الصابوني. بل يمكن لمس الفقاقيع بواسطة أجسام مبللة دون أن تنفجر. و كذلك عند تعريض الفقاعة إلى الشمس أو عند وضعها بالقرب من مصدر حراري ، يقل عمر الفقاعة لأن سمك غشاء المحلول يقل سريعا. (و بالعكس تعيش الفقاعة لفترة أطول إذا كانت السماء تمطر أو كان الجو باردا). و لتلخيص ذلك ، يمكن أن نقول أن لدرجة الحرارة و خاصة لمعدل رطوبة الهواء تأثيرا كبيرا على عمر الفقاقيع.

#### **الاضطرابات غير المتوقعة**

بالرغم من أن الغشاء الصابوني في غاية الرقة إلا أن مرونته تجعل الفقاعة "قوية" نسبيا. يمكن بواسطة الأيدي المبللة لمس الفقاعات و التحكم فيها بسهولة... و مع ذلك توضح التجربة أن غالبا لا تكون مرونة الغشاء كافية لمقاومة الصدمات غير المتوقعة أو الرياح العاتية مثلا. إن الاضطرابات غير المتوقعة إذا هي العامل الأخير المسئول عن انفجار الفقاقيع.

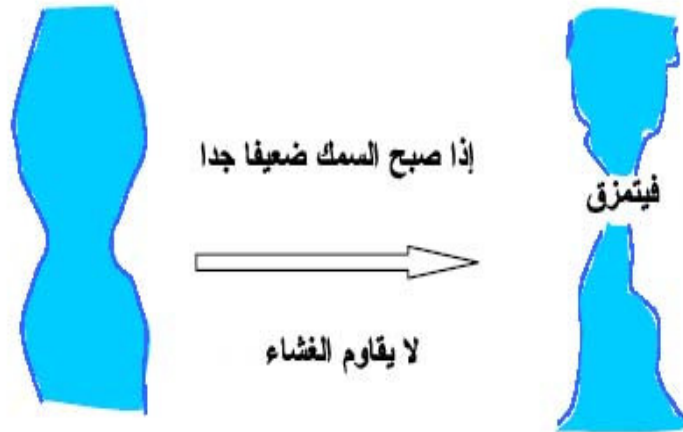
## لماذا يتم إضافة الجليسرين أو شراب الإسفندان sirop d'érable إلى المحلول المستخدم في عمل الفقاقيع الضخمة ؟

لقد رأينا أن العوامل الثلاث الرئيسية المسؤولة عن انفجار الفقاقيع و هي نزع السائل و تبخره و أخيرا الاصطدمات العنيفة. تسمح إضافة الجليسرين أو شراب الإسفندان إلى المحلول الصابوني من خفض تأثير تلك العوامل.

إن دور الجليسرين في غاية البساطة. لكونه مستحضرا شديد اللزوجة يسمح إضافته إلى المحلول برفع لزوجته و بالتالي يجعل عملية النزع أبطأ بكثير.

و حتى إذا كان شراب الإسفندان يساهم هو الآخر بالتأكيد في زيادة لزوجة المحلول إلا أنه يسمح كذلك بخفض تأثير تلك الاضطرابات على الغشاء عن طريق زيادة استقراره.

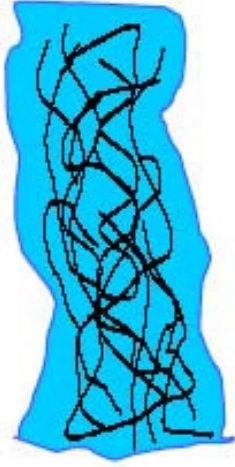
لقد رأينا أن الغشاء الصابوني هو غشاء رقيق. و كذلك تحت تأثير الاضطرابات الخارجية ينتشوه شكل سطحي هذا الغشاء بحيث يتغير سمكه. و يكمن الخطر الناتج عن تلك التغيرات في أن يصبح الغشاء أضعف من أن يتحمل ضغط السطح فيتمزق.



الشكل 8 : يمكن أن يساهم التغير في سمك الغشاء إلى ثقبه.



إن الشراب عبارة عن سائل يحتوي على جزيئات طويلة ، و لذا يتم استخدامه بالمخاليط الصابونية. إن وجود تلك الجزيئات الطويلة في الواقع سيسمح بتكوين شبكة متداخلة داخل الغشاء تعزز من مقاومة الغشاء من خلال منع الجوانب من الاقتراب من بعضها البعض (الشكل 9). فلا تصبح حركة السائل داخل الغشاء حرة تماما.

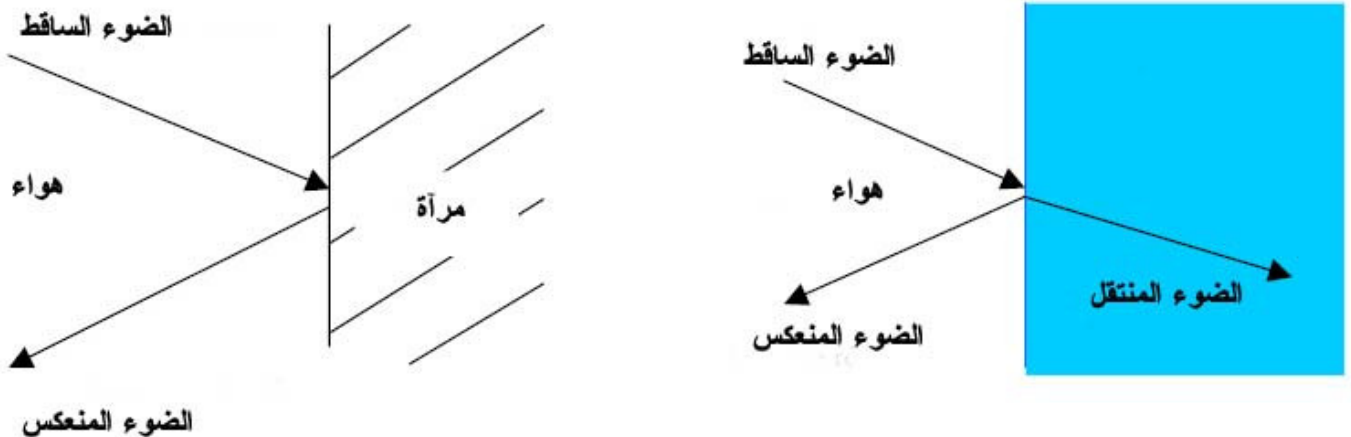


**الشكل 9 : يؤدي وجود الجزيئات الطويلة داخل الغشاء إلى صعوبة اقتراب الجوانب من بعضها البعض.**

### لماذا تعكس الفقائيع الألوان ؟

نلاحظ عند مشاهدة فقاعة أو غشاء صابوني يتمعن وجود عدد من الألوان التي تبدو وكأنها ترقص على السطح. يمكن لمشاهدة كهذه أن تذكرنا بقوس القزح ، و حتى إذا كانت الظواهر المعنية هنا ليست متطابقة تماما فإن كل منهما يوضح أن ضوء الشمس هو في الواقع تراكب لكل الألوان.

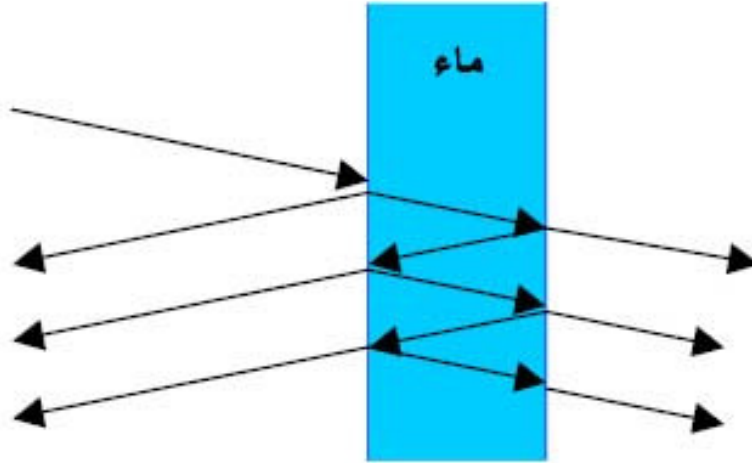
يحتاج فهم مصدر الألوان بالغشاء الصابوني إلى فهم عددا من المفاهيم الفيزيائية. من أولها انعكاس الضوء و انتقاله. يحدث ذلك عندما يغير شعاع الضوء الوسط الذي يسير به. ينقسم شعاع الضوء عند السطح الفاصل بين الوسطين (الهواء و الماء في حالة الفقاعة) إلى جزئين : جزء منه يصل إلى الوسط الثاني (الانتقال) ، بينما ينعكس الجزء الآخر في اتجاه الوسط الأول (الانعكاس). و كذلك فتبعاً لطبيعة الأوساط تختلف نسبة الأشعة المنتقلة و المنعكسة ؛ يمكن الحصول على انعكاس كلي (مرآة : تعكس كل الأشعة) ، أو على عدم انعكاس تام ، أو حتى على خليط بين الحالتين : و هذا ما نشاهده في حالة الهواء - الماء.



**الشكل 10 : انعكاس على سطح مرآة ، انعكاس و انتقال عند السطح الفاصل بين الهواء و الماء.**

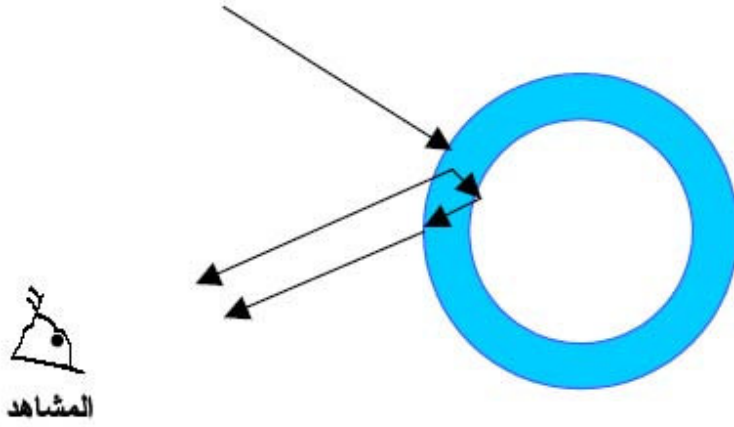
تصبح الظاهرة أكثر تعقيدا في حالة الفقاعة حيث أن هناك سطحين فاصلين نتيجة لوجود الغشاء الصابوني : سطح فاصل أول بين الهواء و السائل و سطح فاصل ثاني بين السائل و الهواء. و بالتالي سوف تتضاعف ظواهر الانعكاس و الانتقال كما هو

موضح بالشكل 11 : بما أن الضوء الساقط ينقسم إلى جزئين عند كل سطح فاصل فسوف نشاهد عددا لانهاثيا من أشعة الضوء.



الشكل 11 : الانعكاس و الانتقال داخل غشاء صابوني

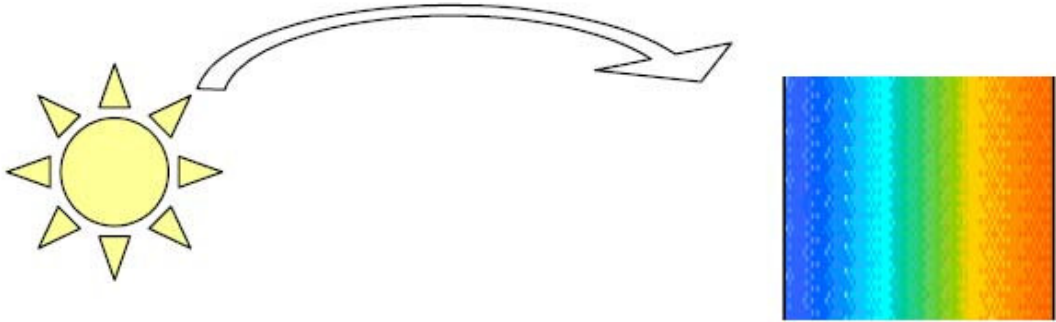
و بالتالي ينتج عن شعاع ضوء واحد فقط عدد لا نهائي من الأشعة المنتقلة و المنعكسة. و لتبسيط الدراسة سوف نهتم فقط بأول شعاعين منعكسين فقط ، بما أنهما يعتبران أصل الألوان من ناحية ، و من ناحية أخرى فإن في كل مرة ينقسم فيها شعاع الضوء إلى جزئين عند سطح فاصل ، تقل شدة الأشعة المنعكسة و المنتقلة حتى يمكن تجاهل تأثير الشعاع من الناحية الضيائية عند خضوعه للعديد من "الانقسامات" (و نوضح أن الشعاعين الأولين يحتويان على مجمل الشدة الضوئية المنعكسة تقريبا).



الشكل 12 : انعكاس الضوء على فقاعة صابون

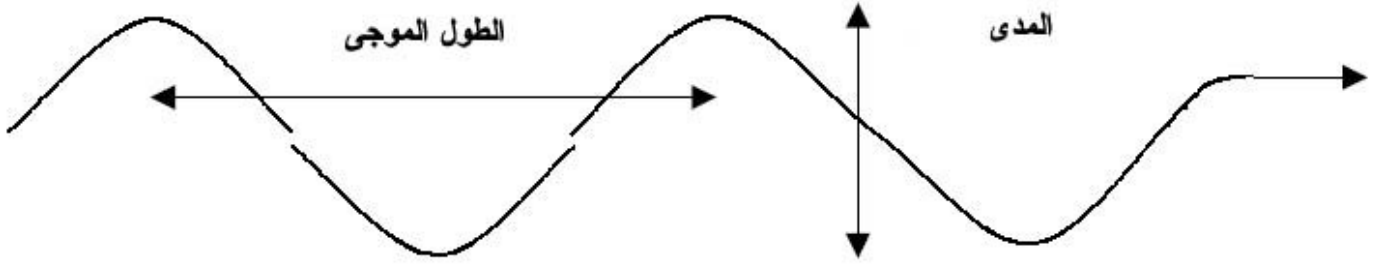
### الشعاعان الأولان فقط هما المهمان

بعد الاطلاع على مشكلة الانعكاس و الانتقال ، لفهم مصدر الألوان بالفقاعة ينبغي أن نعلم مما يتكون ضوء الشمس أو اللبنة مثلاً.  
ترسل الشمس إلينا ضوءاً أبيض ، يعتبر هذا الضوء الأبيض في الواقع تراكب للعديد من الألوان التي لا يمكن تمييزها وهي متجمعة معا و تعطي الإحياء بهذه الموجة "البيضاء"



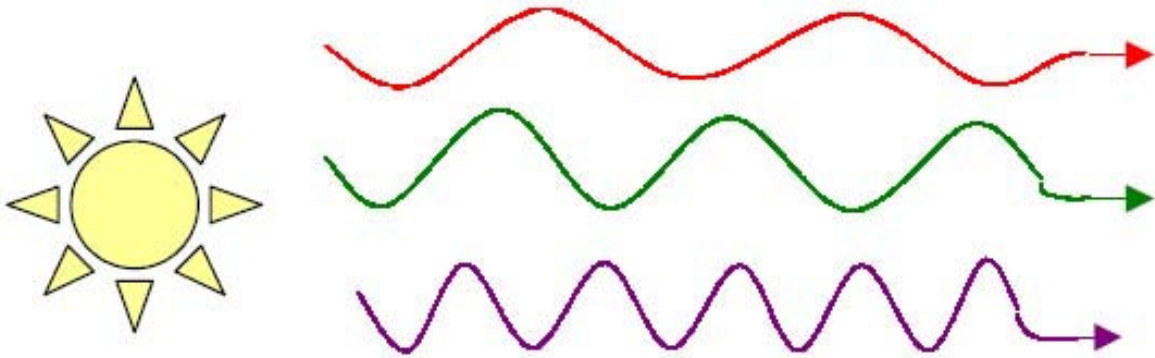
الشكل 13 : يحتوي كل شعاع صادر عن الشمس على كل الألوان.

عند سقوط ضوء الشمس أو ضوء أي مصدر آخر على الفقاعة فإنها ستحمل إذا كل الألوان الممكنة.  
إن الضوء من وجهة النظر الفيزيائية هو عبارة عن موجة تسير. و تتميز الموجة بقيم فيزيائية تتغير دوريا تبعا للوقت و للمكان. و للتبسيط ، يعد الشكل 14 تمثيلاً مبسطاً لموجة (ضوئية) كافية لوصفنا.



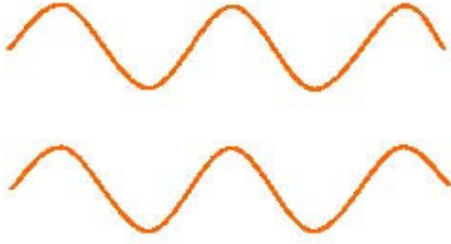
## الشكل 14 : تمثيل مبسط لموجة

و نرى إذا أن هناك العديد من المؤشرات التي قد تتغير ، و لاسيما ما نطلق عليه الطول الموجي : فهو ما يحدد لون الضوء. و بالتالي فإن الضوء الأبيض يتكون من مجموعة من الموجات و الأطوال الموجية المختلفة. و يوجد من ضمنها مجموعة من الأطوال الموجية تجعل "الضوء" مرئياً. تمثل كل قيمة من القيم المختلفة للأطوال الموجية التابعة لهذه المجموعة لونا من الألوان المرئية. و هذا ما يوضحه الشكل 15.

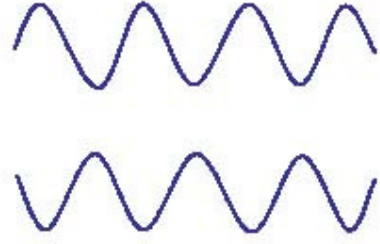


## الشكل 15 : تصدر الشمس ألوانا مختلفة تحددها موجات ذات أطوال مختلفة.

عند بلوغ أشعة المصدر الضوئي الفقاعة تخضع كل الألوان أي كل الموجات إلى عملية الانعكاس عند الأسطح الفاصلة بين الماء و الهواء. تنعكس سلسلة أولى من كل الألوان عند السطح الفاصل الأول (الشعاع الأول المنعكس) ثم تعبر السلسلة الثانية غشاء الماء مرتين (اتجاه الذهاب ثم العودة ، انظر الشكل 12) قبل أن تخرج في اتجاه عين المشاهد. و بالتالي عند الخروج من الفقاعة لا يصبح هناك سلسلة من الموجات التي ينتج عنها الضوء الأبيض و إنما نجد سلسلتين متداخلتين. فلم يعد يمثل الضوء موجة واحدة و إنما يمثل موجتان. و بما أن السلسلة الثانية تقطع مسافة أطول فقد تتحد موجتان من نفس اللون عند الخروج بطرق مختلفة (فإن قطع مسافة أطول يتسبب في حيود موجات الشعاع الثاني) ، كما هو موضح بالشكل 16.



الموجتان البرتقاليان بنفس الطور: تفاعل مناسب



الموجتان البنفسجيتان مغيرتان الطور: تفاعل غير مناسب

### الشكل 16 : يتوقف التفاعل بين موجتين على الاختلاف في الطور.

فقد يكون التفاعل إذا بين موجتين بناءا أو هداما. و لما كان لكل لون طول موجي مختلف فإن حيود الموجة الثانية التي قطعت مسافة أطول سيكون مختلفا بالنسبة للألوان المختلفة. لذا سيكون التفاعل بين شعاعين منعكسين بناءا في حالة بعض الألوان و هداما في حالة ألوان أخرى. فمثلا إذا كان تفاعل موجات اللون الأخضر عند الخروج مناسباً بينما كانت الألوان الأخرى مغيرة الطور ، فسوف تبدو الفقاعة من حيث يتم مشاهدتها خضراء اللون.

و أخيرا ، بما أن سمك الفقاعة غير منتظم على مدار سطحها ، فإن المسافة الإضافية التي سيقطعها الشعاع الثاني تختلف ، و بالتالي فلن يكون نفس اللون دائما ميسرا و سوف تظهر المواضع المختلفة بالفقاعة بألوان مختلفة. و لهذا السبب تستطيع الفقاعة أن تعكس العديد من الألوان المختلفة ؛ و تتحرك تلك الألوان عند سطح الفقاعة لسيلان السائل و تغييره لسمك الغشاء الصابوني.