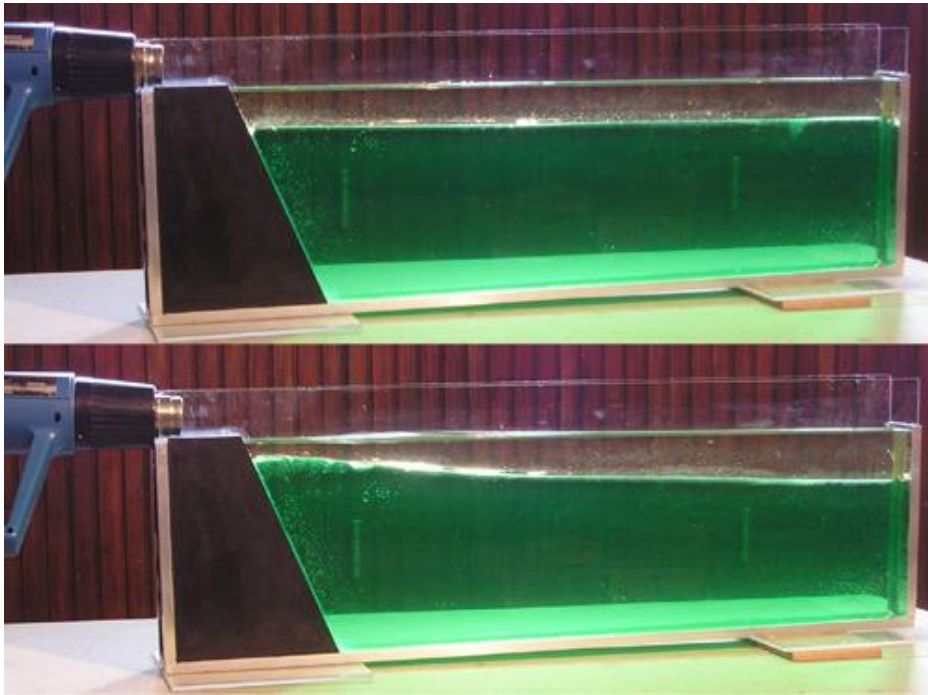


## Les upwellings



### Objectif

Mise en évidence du phénomène d'upwelling côtier, éventuellement d'autres phénomènes (warm pool, El Niño, ondes internes de la thermocline)

### Principe

Stratification de la masse d'eau par deux couches non miscibles et de densité très voisine (eau+alcool et huile), vent généré par une soufflerie.

### Matériel présent

Le matériel est disponible auprès de Gilles Youénoù à l'Ifremer-Brest ([Gilles.Youenou@ifremer.fr](mailto:Gilles.Youenou@ifremer.fr), 02 98 22 40 04)

- bac 75x5x30 environ
- 2 bidons (mélange et mélange+huile), avec les tuyaux souples correspondants
- chiffons

### Matériel supplémentaire nécessaire (à prévoir)

- sèche-cheveux ou décapeur thermique

### Mise en place

Installer le bac en position définitive avant de le remplir, car les débordements sont pratiquement inévitables pendant le transport du bac plein.

Si possible, ne pas secouer les bidons pendant le transport, ou les laisser reposer avant de transvaser les liquides (surtout le mélange).

Vider par siphonage le contenu du 1<sup>o</sup> bidon (mélange), en évitant autant que possible les turbulences génératrices de bulles qui pourraient s'accumuler ensuite à l'interface mélange-huile : faible différence de hauteur entre le bidon et le bac, arrivée du mélange le long d'une paroi du bac, sans effet de jet.

Vider par siphonage le contenu du 2° bidon (reste de mélange et huile), en évitant là encore la formation de bulles.

Laisser reposer le bac et son contenu le temps nécessaire à la disparition de toutes les bulles.

### **Création du vent**

Tout appareil générant un jet d'air rapide et assez directionnel (sèche-cheveux ou décapeur thermique) peut être utilisé, à condition de pouvoir supprimer ou réduire sa fonction chauffage pour souffler un air à peine tiède, ou si possible à température ambiante. Un air chaud n'apporte rien sur le plan pédagogique et risque au contraire de brouiller la compréhension du phénomène. Trop chaud, il risque d'endommager le dispositif par dilatation du verre, dégradation des joints, etc..

### **Génération de l'upwelling**

La bouche de la soufflerie étant située au-dessus de la côte entre les deux parois latérales du bac, on fait varier la vitesse du vent à la surface en modifiant l'inclinaison du jet. Suivant la vitesse de sortie, rechercher l'inclinaison qui produit le meilleur effet d'upwelling.

Ne pas incliner trop le jet par rapport à la surface, pour éviter les turbulences génératrices de bulles de mélange eau+alcool au sein de la couche de surface (les bulles se résorbent toutefois assez rapidement).

Ne pas oublier de mentionner qu'en réalité le vent souffle parallèlement à la côte !

### **Autres applications pédagogiques**

Suivant les besoins, la manip peut aussi être utilisée en changeant d'échelle pour montrer l'inclinaison de la thermocline le long d'une section équatoriale, l'effet d'El Niño, ou la propagation d'ondes le long de la thermocline grâce à des variations brutales du vent sur la partie "large" de la surface.

### **Vidage et rangement**

C'est pendant cette phase délicate que les risques sont les plus forts : renversement ou débordement d'huile ou d'alcool...

Surtout ne pas essayer de verser le contenu du bac directement par-dessus les bords !

Siphonner le mélange coloré à partir du fond vers le 1° bidon, puis le reste du mélange et l'huile vers le 2° bidon. Vider les tuyaux en soufflant dedans, en essuyer soigneusement l'extérieur avec un chiffon, et en boucher les extrémités avec du Sopalín.

Inutile de nettoyer l'intérieur du bac

### **Liquides utilisés pour les deux couches**

- couche de surface : huile de tournesol. La couche ne doit être ni trop mince (elle disparaîtra en partie si l'upwelling est fort) ni trop épaisse (l'eau profonde aura du mal à remonter jusqu'à la surface). Les quantités contenues dans les deux bidons correspondent à une épaisseur 3 à 5 cm, qui est OK.

- couche profonde : mélange à proportions égales d'eau et d'alcool, coloré par un colorant alimentaire.

Le mélange existant utilise de l'alcool à brûler et les quantités n'ont pas été mesurées très précisément. A l'avenir, il vaudrait mieux utiliser de l'alcool à 90° (l'alcool à brûler dégage une odeur assez forte), et mélanger l'eau (densité 1) et d'alcool (densité 0,8 environ) en proportions telles que la densité du mélange ne soit que très légèrement supérieure à celle de l'huile (0,9 environ) pour une meilleure mise en évidence de l'upwelling.

Mélange utilisé dans la 2<sup>ème</sup> version (Brest 2008) :

- éthanol à 95° : 45,5 % (soit 2,27 l pour 5 l de mélange)

- eau : 54,5 % (soit 2,72 l pour 5 l de mélange)

Densité du mélange (calculée) : 0,91. Huile utilisée : colza