

Fabriquer un objet qui flotte et avance de manière autonome

Ce projet s'inscrit dans le volet « fabriquer un objet » plutôt que « se confronter à une question scientifique ». Dans ce cadre, il est intéressant d'orienter le travail des élèves vers la réalisation de multiples formes de systèmes moteurs, et de comparer leur efficacité. La fabrication du bateau, si elle pose de très intéressants problèmes techniques, ne semble pas ici au centre du propos.

Comment faire avancer le bateau ?

Les dispositifs proposés

<u>Propulsion liquide</u>	<u>Propulsion gazeuse</u>	<u>Propulsion solide ?</u>
<ul style="list-style-type: none">• Roue(s) à aube.• Hélice sous l'eau.• Jet d'eau.	<ul style="list-style-type: none">• Hélice dans l'air• Jet d'air.	<ul style="list-style-type: none">• Une petite catapulte montée sur le bateau ?

L'utilisation d'un moteur électrique est envisageable, mais ne doit pas être nécessairement préféré à des dispositifs de type ballon gonflé, ou à élastique, ou encore de type « bateau à un joule » (on peut effectivement s'inspirer de la « voiture à un joule » c.f. autre atelier).

Les difficultés techniques prévisibles

- Il ne s'agit pas seulement de faire flotter un bateau et d'y ajouter un dispositif de propulsion, mais d'assurer que le bateau muni de son dispositif de propulsion flotte...
- Au-delà de la flottabilité, la stabilité du dispositif entier est essentielle : un catamaran, ou un trimaran constitue, sur ce point, une réponse plus pertinente qu'un monocoque.
- La propulsion par jet d'air sous l'eau est plus efficace que la propulsion par jet d'air dans l'air.
- Les frottements de l'eau sur la coque entravent l'efficacité de la propulsion. Un bateau léger s'enfoncera moins dans l'eau qu'un bateau lourd et sera mis en mouvement plus efficacement.
- Une fois la phase de propulsion terminée, le bateau continuera d'avancer sur son erre.

- Dans un dispositif à hélice sous l'eau, il est difficile d'éviter les rentrées d'eau si l'axe de l'hélice traverse la coque sous la flottaison. On peut éviter cela en utilisant un renvoi par poulies (ou roues dentées) à une extrémité du bateau.
- Un dispositif à élastique constitue un « réservoir d'énergie » pratique. Mais dans le cas (roue à aube) où l'axe de rotation serait perpendiculaire à la direction de l'élastique, un système de pignons doit être mis en place. Les lego techniques (ou assimilé) permettent de réaliser cette liaison sans difficulté.

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- Le principe de propulsion est basé sur l' « action et la réaction » : un objet A qui pousse un autre B pour se mettre en mouvement subit de cet autre objet B une force égale et opposée qui a tendance à mettre A en mouvement (le ballon chassant l'air qu'il contient subit de la part de l'air qu'il contient une force qui met le ballon en mouvement dans la direction opposée à celle de l'évacuation de l'air ; La roue à aube fait avancer le bateau parce qu'elle envoie de l'eau vers l'arrière).
- La quantité d'énergie stockée dans le dispositif « moteur » sera convertie en énergie cinétique (de mouvement) de chacune des parties (propulseur/objet propulsé) mises en mouvement. Le propulseur sera mis d'autant plus en mouvement que sa masse sera faible par rapport à celle de la partie propulsée : C'est pour cela qu'à bateau identique, il est préférable de propulser de l'eau que de l'air.

On pourra consulter :

Marcel THOUIN , enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005

Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006

http://www.lamap.fr/?Page_Id=6&Element_Id=233&DomainScienceType_Id=15&ThemeType_Id=31

http://www.lamap.fr/?Page_Id=6&Element_Id=345&DomainScienceType_Id=15&ThemeType_Id=31

Fabriquer trois objets dans trois matériaux différents qui puissent flotter sur l'eau. Observer, raconter.

Cette activité, bien au-delà d'être une simple réalisation technique, engage une connaissance scientifique majeure : la distinction entre objet et matériau. Cette connaissance ne mérite pas, à ce niveau, d'être considérée comme exigible au terme de l'activité, mais il importe de considérer le travail mené comme une initiation à la distinction de ces notions.

Les activités de verbalisation sont autant au cœur de ce projet que les activités expérimentelle (donner à vivre) et technologique (faire construire) elles-mêmes. Il s'agit de découvrir le monde bien plus que de mettre en place des connaissances normalisées.

Comment faire des bateaux avec des matériaux qui coulent ?

Les dispositifs proposés

- Premier temps : En choisissant des objets pleins composés d'un matériau unique (de la pomme de terre, la pâte à modeler à l'aluminium, en passant par le cuir, le papier etc...), on pourra établir une classification des matériaux qui flottent et de ceux qui coulent. Ceux qui voudrait corser l'affaire, pourraient envisager l'utilisation d'objets mixtes (2 matériaux) et arriver à des conclusions de type : « l'effet de tel matériau, dans cet objet, est plus important que celui de tel autre ».
- Second temps : c'est dans ce second temps seulement qu'est envisagée la question centrale : Comment faire des bateaux avec des matériaux qui coulent ? il faudra que les élèves construisent l'idée, par essais et erreurs, que la flottabilité de l'objet dépend aussi de sa forme : il faut faire une coque pour répondre au problème posé. La mise en forme peut engager la déformation d'une feuille (alu, papier, pâte à modeler), ou le creusement (pomme de terre), ou encore la construction d'une forme à partir de plusieurs éléments (cartons collés). En plaçant la coque au fond de l'eau, on s'apercevra que le bateau ne flotte que dans une situation précise, et que sa flottabilité ne constitue pas une caractéristique absolue de cet objet.

Les difficultés techniques prévisibles

- Attention aux objets pelucheux (brin de laine, feutrine...) : les bulles d'air qui pourraient être prisonnières des filaments pelucheux constituent une seconde matière dans l'objet immergé, qui peut perturber les conclusions apportées à l'observation.
- Pas d'autre difficulté technique envisagée, si ce n'est le dernier point développé dans le paragraphe « données scientifiques ».

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- Cet atelier demande d'être très attentif à la distinction entre objet et matériau : c'est son intérêt scientifique essentiel. Cette distinction est subtile, du fait que certains mots sont utilisés dans les deux acceptions : le mot « brique » désigne autant l'objet (parallélépipédique,

que l'on empile, parfois en terre, parfois en plastique) que la matière à base d'argile cuite. Quand on peut décrire une forme, on parle d'un objet, quand on peut décrire une composition, on parle d'un matériau.

- Un objet donné peut, bien souvent, flotter ou ne pas flotter selon la manière avec laquelle il est mis en contact avec l'eau : un verre posé sur l'eau ne flotte pas s'il est posé incliné. Un matériau donné, lui flottera s'il est moins dense que l'eau, ne flottera pas dans le cas contraire.
- La flottabilité d'un objet dépend du matériau qui le compose **et de sa forme**. La flottabilité d'un objet engage la question de la poussée d'Archimède, qui est une question faussement simple. La poussée d'Archimède est à proscrire au niveau du primaire en tant que problématique scientifique (les programmes ne la mentionnent d'ailleurs pas).
- Veiller à ne pas tomber dans cette si traditionnelle erreur que sont les associations de *léger* à *flotte* et de *lourd* à *coule*. A ma connaissance, un pétrolier n'est pas particulièrement léger et, en général, il flotte. « Lourd et léger » relèvent d'appréciations subjectives, comparatives, alors que « flotte ou coule » sont, pour les matériaux, des données factuelles, objectives.
- Le travail sur la flottabilité d'un matériau **ne s'appuie pas** sur sa capacité à flotter quand on met un objet *plein* composé uniquement de ce matériau sur l'eau. C'est en plaçant l'objet au fond de l'eau, et en observant qu'il remonte ou non, que l'on pourra affirmer que le matériau flotte ou non.
- Le travail proposé aide à faire la distinction entre matériau et objet : avec un matériau qui coule, on va fabriquer un objet qui flotte...
- Attention aux catégorisations trop larges : certains plastiques flottent, d'autres non. Il serait malvenu de se prononcer sur la flottabilité d'un plastique : « le plastique qui compose tel objet flotte (ou ne flotte pas) ».
- Lorsqu'on dépose délicatement une aiguille métallique sur l'eau, elle reste à la surface alors que placée au fond de l'eau elle y reste. L'aiguille est plus dense que l'eau, elle est constituée d'un matériau qui coule. Si, déposée délicatement, l'aiguille flotte, c'est à cause de forces (dites de « tension superficielle ») qui se développent entre molécules d'eau à la surface du liquide, et qui résistent à l'écartement des molécules d'eau nécessaire pour permettre l'enfoncement de l'aiguille. Rien à voir, donc, et à ne pas confondre avec le principe de la poussée d'Archimède.

On pourra consulter :

- Marcel THOUIN ,Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005
- Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006
- <http://crpal.free.fr/flottecoule.htm>
- http://www.lamap.fr/?Page_Id=5&Element_Id=179&DomainScienceType_Id=11&ThemeType_Id=21
- http://pedagogie.ac-amiens.fr/rep/saint-quentin/actualite/sciences/flotte_coule/Flotte%20ou%20coule_r%E9sum%E9.pdf

Utiliser le système qui a permis au loup de piéger le cochon pour remonter de l'eau.

L'intitulé de cet atelier est quelque peu maladroit. La stricte utilisation d'un système à poulie ne constitue pas un objet d'étude scientifique.

On veillera, après avoir lu le livre de Philippe Corentin, à donner un espace de liberté suffisant pour permettre aux élèves de se confronter à une problématique scientifique : il s'agira de concevoir une réalisation simple qui nécessite une ou plusieurs poulies ou palans (échelles coulissantes, grue, hisser une voile (poulie simple si le bateau dispose d'un winch, palan s'il n'en dispose pas comme dans la marine ancienne...)).

Comment travailler moins pour gagner plus ?

Les dispositifs proposés

- Le recensement d'objets techniques quotidiens qui utilisent des poulies semble incontournable. Les dispositifs actuels développant souvent d'autres technologies plus sophistiquées, il peut être intéressant de faire un détour dans l'histoire ancienne.
- Il serait intéressant de profiter de ce travail pour identifier les propriétés des poulies et des palans, notamment celle de modifier ou pas les grandeurs des forces (c.f. données scientifiques ci-dessous). Un travail de mesure de la grandeur des forces exercée par l'opérateur et subie par la charge peut être une piste.
- Le dispositif technique étant relativement simple, il importe de consacrer le temps qu'il faudra à la réalisation soignée de la maquette envisagée.

Les difficultés techniques prévisibles

- Il ne semble pas y avoir de difficulté technique particulière dans ce dispositif, si ce n'est le piège pédagogique que de tomber dans l'application d'un modèle.
- Néanmoins, dans le cas où les élèves s'engageraient dans la construction d'une grue, la question du contre poids complique l'affaire : sans précaution, la grue versera dès qu'elle soulèvera une charge un peu trop lourde. Il faudra utiliser une large base bien solidaire du corps de la grue pour en assurer l'équilibre.

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- Une poulie ne modifie pas la grandeur de la force que l'on doit exercer pour soulever un objet : elle ne fait qu'en modifier la direction. L'impression de plus grande facilité

vient de ce qu'il suffit de s'accrocher à une corde passant par une poulie pour exercer sur la charge, à l'autre extrémité de la corde, une force égale à son poids : dans ce cas, l'ossature et la musculature de l'individu ne sont pas contrainst par une charge autre que celle de ses organes. Lorsqu'il cherche à soulever directement la même charge, l'ossature et la musculature de l'individu sont tenus de supporter la charge soulevée en plus de celle de ses organes : en terme de fatigue, cela change tout. En terme de force exercée sur la charge, les deux situations sont exactement comparables.

- Ce sont les palans (une ou plusieurs poulies fixes, une ou plusieurs poulies mobiles fixées sur la charge) qui permettent de démultiplier les forces : le rapport de démultiplication correspond au nombre de brins qui se trouvent entre les poulies (le brin que tire l'opérateur n'est pas compté).
- Le palan, dispositif démultiplicateur de la force exercée, ne diminue pas l'énergie totale engagée pour opérer l'élévation de la charge : si le dispositif démultiplie l'effort instantané d'un facteur X , la longueur de corde à tirer sera multiplié du même facteur x : l'effort instantané sera moindre, mais l'effort total sera le même.
- Le treuil est un dispositif d'enroulement sur un tambour d'une corde reliée à une charge. Le principe du treuil engage la question du *bras de levier* des forces exercées (distance de l'axe de rotation du tambour à la droite d'action de la force). Cela éloigne de la problématique considérée, mais reste dans le thème « transformation de mouvement ».
- Un élastique (bracelet, mais aussi fil élastique de couture) est idéal pour rendre compte de la grandeur d'une force : son allongement (et donc sa longueur) dépend directement de la force qui l'étire. Cette dépendance dépend de l'élastique considéré et peut être l'occasion d'un étalonnage.
- La différence entre masse et poids, hors programme, mérite néanmoins que l'on porte attention aux expressions utilisées pour ne pas induire des représentations tenaces autant que malvenues. A des expressions du genre « j'exerce une force de 50 g », on préférera « je tire comme une masse de 50 g », ou « je soulève 50g », « avec un palan à deux brins, il suffit de tirer comme 50g pour soulever 100g », « avec une poulie il faut 100g pour soulever 100g ».
- Dans le cas où le dispositif technique mis en œuvre serait le palan, il serait souhaitable qu'au terme de ce travail un élève ait l'exigence d'utiliser les termes palan et poulie à bon escient.

On pourra consulter :

- Marcel THOUIN ,Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005
- Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006
- http://www.lamap.fr/?Page_Id=5&Element_Id=103&DomainScienceType_Id=15&ThemeType_Id=31

Dans quelles conditions, en laissant tomber verticalement un objet pesant 100 g d'une hauteur de 1 mètre, peut-on faire avancer une petite voiture horizontalement ?

Ce projet est plus communément appelé « voiture à 1 joule », le joule étant l'énergie mise en jeu lorsqu'un objet de 100 g tombe de 1 mètre (ou un objet de 200g de 50 cm, ou un objet de 500g de 20 cm).

Il s'inscrit dans le volet « se confronter à une question scientifique » plutôt que « fabriquer un objet ». Dans ce cadre, il est intéressant d'orienter le travail des élèves vers la mise à l'épreuve des conditions qui permettront à la voiture d'aller le plus loin possible plutôt que de l'orienter vers la stricte réalisation d'une voiture qui fonctionnerait sur ce principe.

Un prototype de voiture à un joule a été présenté au cours de la matinée d'animation pédagogique.

Que peut-on essayer de changer pour que la voiture aille plus loin ?

Les axes des recherches

(Au niveau considéré, il importe de ne pas être exhaustif ; limiter les ambitions de cette étude).

- L'influence du diamètre des roues, éventuellement de leur nombre.
- L'influence de la valeur de la masse choisie, et de la hauteur associée.
- L'influence du diamètre du tambour d'enroulement du fil sur l'axe de la roue motrice
- L'influence des liaisons axe des roues - corps de la voiture (élimination de frottement)
- L'influence de la masse de la voiture elle-même.

Les difficultés techniques prévisibles

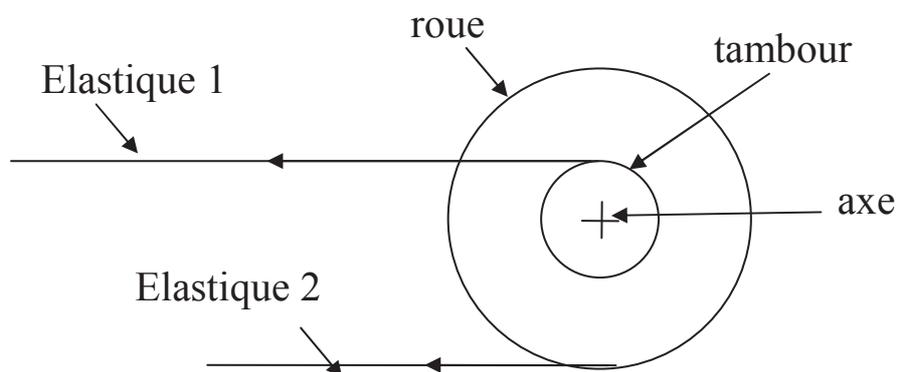
- L'influence des frottements est prépondérante dans ce dispositif : il existe des prototypes qui se déplacent de plus de 50 mètres quand les frottements au niveau des axes sont réduits au mieux.
- La surface sur laquelle roule la voiture gagne à être plane : un sol en linoléum vaudra mieux qu'un sol en carrelage, dont les joints sont autant de petits obstacles à l'avancement de la voiture.
- Le fil de liaison entre la masse qui tombe et l'axe de la roue (des roues) motrice(s) ne doit pas bloquer la voiture lorsque la masse a fini sa chute. Un dispositif de « largage » du fil est nécessaire.
- La poulie située en haut du dispositif doit tourner très librement, pour limiter les frottements.

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- Le dispositif considéré n'a pour effet que de faire tourner les roues de la voiture : elle en constitue le moteur. Mais ce ne sont que les forces de frottements entre les roues et le sol qui assurent la mise en mouvement de la voiture : sur un sol parfaitement glissant, les roues tourneraient en patinant sur le sol parfaitement glissant et la voiture n'avancerait pas. C'est donc effectivement bien une force qui se situe au contact sol - roue(s) motrice(s) qui assure la mise en mouvement de l'ensemble. La force qui *met en mouvement* la voiture n'est donc pas celle qu'exerce le fil de traction sur le tambour utilisé, elle n'a d'effet que de faire tourner la roue !
- L'effet d'une force sur un objet susceptible de rotation (ici la roue motrice) dépend du bras de levier de cette force par rapport à l'axe de rotation (c.f. ci-dessous).
- Un élastique (bracelet, mais aussi fil élastique de couture) est idéal pour rendre compte de la grandeur d'une force : son allongement (et donc sa longueur) dépend directement de la force qui l'étire.

On pourra à l'occasion questionner :

- Comment des objets de masses différentes étirent un fil élastique donné ? \Rightarrow Étalonage de l'étirement du fil élastique.
- Quelle force motrice est nécessaire pour mettre en mouvement la voiture ?
 \Rightarrow mesure de la longueur du fil élastique qui provoque la mise en mouvement de la voiture (on tire la voiture à l'horizontale).
- Comment la force motrice (élastique 2, périphérie de la roue) dépend de la force exercée par le fil relié à la masse de 100g (élastique 1, tambour) ?



On pourra consulter :

- Marcel THOUIN , Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005
- Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006

Transporter de l'eau d'un récipient à un autre

Ce travail trouve son caractère scientifique dans le fait qu'il nécessite une décentration, l'engagement d'un autre regard sur le monde quotidien que celui que l'enfant développe dans la vie courante : l'eau n'est plus « ce que l'on boit quand on a soif, ou ce avec quoi on se lave » mais un objet considéré en tant que tel, muni de propriétés spécifiques auxquelles l'enfant est confronté. Les objets avec lesquels il sera envisagé de transporter l'eau sont approchés dans la même logique.

Les activités de verbalisation sont autant au cœur de ce projet que l'activité expérimentielle (donner à vivre) elle-même. Il s'agit d'éveiller les sens, de découvrir le monde bien plus que de mettre en place des connaissances normalisées.

Comment faire pour vider complètement le grand bac dans les petits bacs ?

Les dispositifs proposés

- Tous les dispositifs proposés par les enfants doivent être envisagés. Des objets de transvasement divers seront proposés.
- Cette séquence a fait l'objet d'un nombre important de productions, disponibles sur internet, auxquelles on pourra se référer. Il importe de privilégier le temps d'expérimentation des élèves.

Les difficultés techniques prévisibles

- Pas de difficulté technique particulière (prévoir serpillières et blouses imperméables...).

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- L'intérêt de cette séquence n'est pas de mettre en place quelque connaissance scientifique élaborée. Il s'agit de donner à vivre, de faire se remémorer ce que l'on a vécu, de verbaliser sur ce vécu.

- Un travail lexical est intéressant, à ajuster au niveau considéré : petit/grand, plein/vide, lourd/léger, mouillé/sec, verser, couler, liquide, objet/matière, absorber, contenir, contenant/contenu...
- Les élèves vont rencontrer des situations successives différentes, qu'il faudra les aider à identifier en même temps qu'ils auront à ajuster les dispositifs mis en œuvre pour vider la grande bassine (un grand récipient, réponse pertinente au problème quand la grande bassine est pleine, ne l'est plus quand elle est presque vide).

On pourra consulter :

- Marcel THOUIN ,Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005
- Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006
- http://lamap.inrp.fr/?Page_Id=6&Element_Id=1020&DomainScienceType_Id=15&ThemeType_Id=31
- <http://netia59a.ac-lille.fr/~peuplierssta/articles.php?lng=fr&pg=174>

Dans quelles conditions remonter de l'eau d'un point bas à un point haut ?

Ce travail relève de la partie « se confronter à une question scientifique » plutôt que « fabriquer un objet ». Il est un travail de conception de dispositif. Il gagne à être accompagné de la réalisation à proprement parler, mais cette réalisation ne constitue pas le cœur de l'activité. Les dispositifs envisageables sont plus divers, sans doute, que ceux qui sont ici proposés. Ces derniers ont été choisis pour les possibilités de recherche sur plan qu'ils permettent. Le principe d'une pompe (double clapet) a paru trop compliqué à réaliser pour être envisagé. Peut-être est-ce frileux.

Comment remonter l'eau de la rivière ?

Les dispositifs proposés

- Deux maquettes en cours de réalisation ont été présentées lors de l'animation pédagogique. L'une est dispositif à aube, qui nécessite de canaliser l'eau quand elle monte, l'autre est un dispositif à godet mobile et balancier.
- Il est possible d'imaginer un dispositif qui s'inspire des deux maquettes : dispositif à aube et godet mobile, qui permet de s'affranchir du problème d'étanchéité de la liaison pale-canal.
- Dans un cas comme dans l'autre, l'activité repose sur la mise en œuvre d'un plan, d'une expérimentation sur modèle, avant d'engager toute réalisation. Une maquette modélisante animée peut constituer une production terminale.
- Les élèves doivent, à l'aide de l'étude engagée, identifier les paramètres du dispositif et mettre au point leurs caractéristiques optimales :

Dispositif à aube

Nombre de pales
forme des pales
Inclinaison des pales
Taille de la roue

Dispositif à godet et balancier

Longueur du balancier
Position de l'axe du balancier
Position de l'axe du godet
Dispositif de retournement du godet

Les difficultés techniques prévisibles

- Dans le dispositif à aube, il s'agit de ne pas perdre d'eau quand elle monte. Le travail d'ajustement des pales à la surface circulaire (canal) qui permet de canaliser l'eau est d'une réalisation pratique pointue. La maquette modélisante est sans doute préférable.

- Dans le dispositif à godet et balancier, une sorte d'ergot peut assurer le retournement du godet. Une forme adaptée permet d'assurer l'évacuation intégrale de l'eau qu'il contient. Ici encore, un travail sur maquette modélisante sera moins fastidieux que sur une maquette à l'échelle.

Données scientifiques (pour l'enseignant)

- C'est essentiellement dans le champ mathématique que l'on trouvera le plus matière à alimenter la réflexion des élèves : la surface de l'eau restant toujours horizontale, le problème qui consiste à prévoir quelle quantité d'eau est emmenée par chaque pale de la roue à aube, quelle quantité d'eau doit se déverser, engage un travail sur les aires et la déformation de surfaces isoaires.

On pourra consulter :

- Marcel THOUIN ,Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2005
- Marcel THOUIN , Résoudre des problèmes scientifiques au préscolaire et au primaire, Ed Multimonde, 2006
- Trouche, Gérard / De La Bouère, Joseph ; L'eau et les activités humaines Educagri éditions, 2007 DVD (13 min) + 1 notice