

Ressources didactiques en sciences :
6^e année

Le vol :

Le principe de Bernoulli

(Ce document doit subir une dernière révision linguistique)

Ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick

septembre 2009

Remerciements

Le ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick remercie sincèrement les personnes et les groupes suivants de leur contribution à l'élaboration de la trousse didactique pour l'enseignement des sciences de 6^e année intitulée : *Le vol : Le principe de Bernoulli* :

- L'équipe d'élaboration des ressources didactiques en sciences :
 - Eric Boudreau, district scolaire 18
 - Les Crossman, district scolaire 14
 - Sonia Hanson, district scolaire 18
 - Monique Hitchcock, district scolaire 17
 - Julie LeGresley, district scolaire 18
 - Claudia Phillips, district scolaire 14

- Science Est :
 - Michael Edwards, directeur de programmes
 - Karen Matheson, directrice de l'enseignement

- Kathy Hildebrand, spécialiste de l'apprentissage des sciences et des mathématiques, ministère de l'Éducation du Nouveau-Brunswick

- Les spécialistes de l'apprentissage des sciences et les professeurs de sciences du Nouveau-Brunswick, qui nous ont offert de précieuses suggestions et rétroactions tout au long de l'élaboration et de la mise en œuvre de ce document.

Veillez noter qu'au moment de la mise en ligne de ce document, tous les liens URL de ce document dirigent le lecteur vers le contenu scientifique désiré. Si vous remarquez que des modifications ont été apportées à ces contenus, veuillez communiquer avec Kathy Hildebrand, kathy.hildebrand@gnb.ca, spécialiste de l'apprentissage des sciences au ministère de l'Éducation.

2009
Ministère de l'Éducation
Programmes et services éducatifs

TABLE DES MATIÈRES

JUSTIFICATION.....	1
INFORMATION GÉNÉRALE	3
CONNAISSANCES ANTÉRIEURES :	3
IDÉES ERRONÉES COURANTES :	3
LE SAVIEZ-VOUS?.....	3
PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT.....	5
ACCÉDER AUX CONNAISSANCES PRÉALABLES	5
<i>Activité</i>	5
1 ^{ER} CYCLE	6
<i>Activité de la bande de papier</i>	6
<i>Réflexion : Discussion en classe</i>	7
2 ^E CYCLE.....	8
<i>Activités sur l'air en mouvement</i>	8
<i>Réflexion : Journal de science</i>	9
3 ^E CYCLE.....	10
<i>Discussion sur le contenu du journal de bord</i>	10
<i>Une autre activité sur l'air en mouvement</i>	10
<i>Réflexion : Discussion en classe</i>	11
4 ^E CYCLE.....	12
<i>Activités</i>	12
<i>Réflexion</i>	12
<i>Penser comme un scientifique</i>	13
<i>Ressource supplémentaires</i>	13
AUTRES POSSIBILITÉS D'ACTIVITÉS POUR L'UNITÉ SUR LE VOL.....	14
POUR SUSCITER LA DISCUSSION EN CLASSE.....	16
LISTE DE MATÉRIEL.....	18
VERSION DES RÉSULTATS À L'INTENTION DES ÉLÈVES	19
ACTIVITÉS SUR L'AIR EN MOUVEMENT	20
AUTOÉVALUATION DE L'ÉLÈVE.....	22
GRILLE D'OBSERVATION.....	23
FICHE DE VÉRIFICATION.....	24
FICHE D'OBSERVATION	26
DANIEL BERNOULLI	28

Justification

Ces ressources didactiques présentent les recherches actuelles en matière **d'enseignement efficace des sciences** et renferment un **programme d'enseignement** portant sur l'un des sujets tirés du Programme de sciences du Canada atlantique destiné aux élèves de la 6^e année. Ce programme comporte des résultats liés aux STSE (sciences, technologie, société et environnement), de même qu'aux habiletés et aux connaissances. Chacun de ces éléments a de l'importance en vue de bâtir une compréhension rigoureuse des sciences et de la place qu'elle occupe dans notre monde.

Comme le faisaient nos ancêtres, nous concevons tous, en ce qui a trait aux phénomènes que nous observons, des « explications » qui peuvent ou non se révéler valides. Une fois les idées établies, elles sont **remarquablement tenaces** et il est rare qu'une nouvelle explication puisse modifier les convictions déjà ancrées. Pour contrer ces **idées erronées** ou ces conceptions divergentes, il importe de présenter aux élèves des expériences soigneusement choisies et des discussions pertinentes.

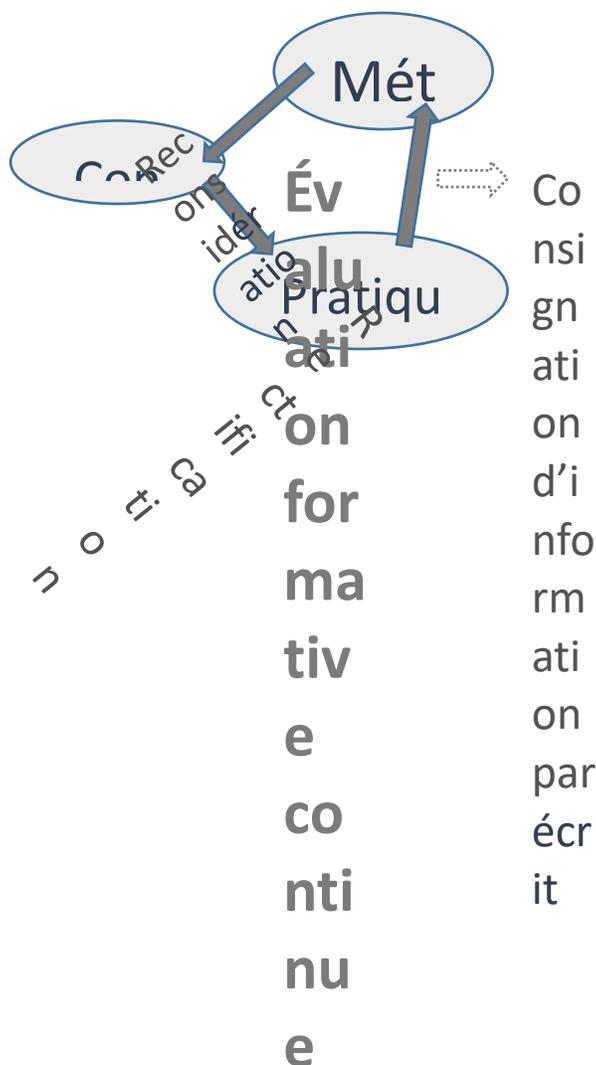
Une composante fondamentale de ce programme d'enseignement vise l'accès **aux connaissances préalables**. Celles-ci seront consignées de façon à pouvoir être **consultées à nouveau** tout au long de l'exploration de la thématique. L'objectif consiste à amener l'élève à revoir, à enrichir ou à modifier ses idées initiales à l'aide de connaissances factuelles.

Les sciences ne sont pas un ensemble de faits immuables. Le processus d'exploration, de révision, d'enrichissement et, parfois, de remplacement des idées est fondamental à **la nature de la science**. Les sciences doivent être perçues sous l'angle **d'une discussion factuelle constante** qui s'est amorcée avant notre époque et qui se poursuivra ultérieurement. Les sciences revêtent souvent un caractère collaboratif et la discussion y joue un rôle fondamental. L'apprentissage des sciences chez les élèves devrait le plus possible tenir compte de cette dimension.

L'intention qui sous-tend ce programme d'enseignement est d'encourager une approche **constructiviste** de l'apprentissage. Les élèves explorent une activité, pour ensuite procéder à des mises en commun, à des discussions et à des réflexions. En général, la présentation du contenu par l'enseignant viendra par la suite, en guise d'enrichissement de la recherche (ou de l'expérience) explorée par les élèves.

L'apprentissage est **structuré sous forme de cycles**. Les conceptions partielles et les idées erronées sont reconsidérées à chaque cycle, afin de permettre aux élèves de faire évoluer leurs opinions. Chaque cycle donnera lieu à un approfondissement ou à un enrichissement des apprentissages.





Les activités pratiques font partie intégrante du programme d'enseignement. Les activités de prise de renseignements sont davantage structurées, pour la plupart, durant le premier cycle. Le professeur fait part aux élèves de la question faisant l'objet de la recherche, de même que de la procédure à suivre. Les cycles suivants s'accompagnent de moins de structure. Par exemple, on présentera une question aux élèves et on leur demandera d'élaborer et de mettre en œuvre un plan expérimental. L'objectif consiste à **migrer vers une démarche ouverte de prise de renseignements** dans le cadre de laquelle les élèves ébauchent une question analysable, élaborent un plan expérimental à l'aide du matériel dont ils disposent, mettent en œuvre ce plan, consignent par écrit les observations pertinentes et tirent des conclusions raisonnables. Les activités présentées serviront à amorcer cette aventure.

La **discussion** et les **réflexions écrites** occupent une place importante dans les leçons. La discussion (orale et écrite) est un véhicule qui fait avancer la science. Par exemple, lorsque les scientifiques publient leurs observations et leurs conclusions, il se



peut que d'autres scientifiques tentent de reproduire les résultats ou de déterminer l'étendue des conditions auxquelles s'applique la conclusion. Si de nouvelles observations scientifiques entrent en contradiction avec les conclusions antérieures, des ajustements s'imposeront. Dans le même ordre d'idées, dans le cadre de ce programme d'enseignement, les élèves commencent par **réaliser une activité**, pour ensuite **parler** et finalement, **écrire** sur le concept. Ces ressources didactiques comportent une section sur les discussions pertinentes.

Ce programme d'enseignement comporte également des tâches d'**évaluation** portant sur trois types de résultats pédagogiques liés au domaine des sciences : STSE, habiletés et connaissances. Ces tâches se veulent des outils qui permettront à l'enseignant et à l'élève de vérifier **où ils en sont** dans leurs apprentissages et quelles pourraient être les **étapes à venir**. Par exemple, le résultat est-il atteint ou est-ce que d'autres apprentissages s'imposent? Faut-il prévoir plus d'exercices? Faudrait-il une activité différente?

Une fois que l'évaluation révélera l'atteinte des objectifs, elle constituera **une preuve de réussite**. Cette preuve, à elle seule (sans nécessiter d'autres examens écrits officiels), peut suffire à démontrer l'atteinte des objectifs.

i Information générale

Connaissances antérieures :

- L'air occupe de l'espace, il a une pression et une masse et il s'élève lorsque la température augmente.
- La gravité est une force qui s'oppose au vol.

Idées erronées courantes :

IDÉE ERRONÉE

« *C'est le moteur qui permet à l'avion de flotter dans les airs (qui donne de la portance).* »

« *L'air qui se déplace rapidement a une pression élevée et celui qui se déplace lentement a une faible pression.* »

FAIT

Ce sont l'angle d'attaque et la forme de l'aile qui assurent la portance de l'avion.

L'air en mouvement exerce une pression moins élevée que l'air statique.

Le saviez-vous?

Saviez-vous que la portance (par rapport aux ailes d'un avion) est un phénomène complexe et qu'il existe différentes explications de son fonctionnement? Voilà un bon exemple de la nature de la science. Les phénomènes qui donnent lieu à la portance font l'objet de discussions constantes entre les experts. Selon certains, elle a peu de liens avec le principe de Bernoulli. Peut-être préférerez-vous simplement expliquer que nous



Le vol : Le principe de Bernoulli

en avons encore à apprendre sur la portance et que toutes les questions en la matière n'ont toujours pas trouvé réponse. Le principe de Bernoulli est une conception de la portance.

La plupart des gens ont l'impression que « l'air qui se déplace rapidement a une pression plus élevée ». En fait, lorsque l'air se déplace plus rapidement, il exerce une pression moindre. On désigne ce phénomène sous le nom d'effet Bernoulli ou de principe de Bernoulli. Il s'applique aux gaz et aux liquides, tous deux considérés comme des fluides en raison de leur aptitude à l'écoulement.

Exemples du principe de Bernoulli :

- Une feuille de papier qui s'envole d'une table au passage d'une personne
Le passage d'une personne accélère le mouvement de l'air. L'air plus rapide a une pression moindre. Par conséquent, l'air statique sur la table a une pression plus élevée et se déplace au-delà de l'extrémité la table, là où la pression de l'air est moindre (à l'endroit où marche la personne). L'air, en se déplaçant ainsi, entraîne la feuille de papier avec lui.
- Les métros/trains/camions qui se déplacent à grande vitesse dans les tunnels et les stations
Les gens, les voitures/objets à proximité du train/camion sont attirés vers celui-ci, puisque l'air qui se déplace plus vite a une pression moindre que l'air situé plus loin du camion/train. Cet air se dirige alors vers le camion/train. Si un gros camion passe près de vous alors que vous êtes à bicyclette, il se peut que vous vous sentiez tiré vers le camion. L'air à proximité du camion se déplace rapidement et a une pression moins élevée que l'air qui se trouve près de votre bicyclette. L'air à proximité de votre bicyclette se dirige vers la zone de faible pression (où l'air se déplace rapidement) créée par le camion.



 **Programme d'enseignement** **Accéder aux connaissances préalables** **Activité**

1. Demandez aux étudiants de faire un brassage d'idées en petit groupe et de dresser une liste de choses qui peuvent voler. Vous pouvez également leur demander d'inscrire leurs idées sur des fiches ou sur des bouts de papier à l'aide d'un marqueur, pour ensuite afficher ces idées sur un babillard au fur et à mesure qu'elles sont mises en commun.
2. Ensuite, avec l'ensemble du groupe, faites le tour des équipes en demandant à chacune d'elles de présenter un élément à la fois et inscrivez-le au tableau, ou sur un tableau à feuilles. Chaque élément nommé pour la première fois vaudra un point à l'équipe qui l'aura évoqué.

Demandez aux élèves *ce qui permet à ces objets de flotter dans l'air*.

Demandez aux élèves de discuter de cette question en équipe de deux ou en petit groupe avant de mettre leurs idées en commun avec l'ensemble du groupe. Acceptez toutes les idées et répertoriez-les de façon à pouvoir y revenir au cours des leçons suivantes. Ne précisez pas, pour le moment, si les suggestions sont justes ou erronées. Si les élèves ne sont pas d'accord entre eux, permettez-leur d'expliquer leurs idées et leur raisonnement aux autres. Les conseils visant à susciter la discussion (voir pages 16 et 17) peuvent se révéler utiles. Vous pouvez demander aux élèves de trier la liste d'objets volants selon le « mode de flottaison dans l'air », selon eux, de chacun de ces objets.

✓ Évaluation :

Prenez en note les concepts et les idées erronées qu'expriment les élèves. Vous en aurez besoin pour préparer des questions efficaces à des fins d'activités et de discussions subséquentes, pour permettre aux élèves d'effectuer un retour sur leurs conceptions et de les modifier au besoin.

 **Affichez la version des résultats à l'intention des élèves sur un tableau à feuilles (voir page 19). Informez les élèves que vous effectuerez un retour sur ces résultats durant la prochaine partie de cette unité. Signalez aux élèves sur quels résultats porte chacune des activités.**



 **1^{er} cycle****★ Résultats du programme**

- 104-5 Expliquer que les résultats de recherches semblables et répétées peuvent varier et proposer des causes possibles.
- 205-1 Suivre une procédure pour étudier un problème donné et pour assurer un test objectif d'une idée proposée tout en contrôlant les variables importantes.
- 205-5 Faire des observations et recueillir des données pertinentes pour une question ou un problème donné.
- 207-2 Communiquer des procédures et des résultats au moyen de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée.

 **Activité de la bande de papier**

(Ressource *Prendre son envol*, page 17, paragraphe avec point de forme)

Matériel :

Bande de papier (de la longueur d'une feuille de papier et d'une largeur de 2 ou 3 cm)

1^{re} partie :

Placez l'extrémité d'une bande de papier sur votre lèvre inférieure en laissant pendre le papier. Tentez de prédire ce qui se produira si vous soufflez droit devant vous. Faites-en l'essai. Qu'observez-vous? Faites faire l'expérience à chaque personne de votre groupe au moins une fois. Notez ce qui se produit à chaque essai.

2^e partie :

Au moyen de l'air, de combien de façons différentes arrivez-vous à soulever le papier? Notez chacun de vos essais et le résultat correspondant. Prenez également en note les résultats négatifs, qui comportent aussi des renseignements importants.



✓ Évaluation :

Durant l'activité des élèves, prenez des notes sur les résultats (ou les parties de résultats) abordés. Les résultats liés aux habiletés dont l'élève fait preuve durant le processus font partie du programme et doivent être évalués. Vous pouvez, pour ce faire, vous munir de la grille d'observation ou de la fiche de vérification (cf. pages 23-25) sur une planchette à pince. Faites votre propre code pour pouvoir prendre des notes rapidement.

Code suggéré :

√ = observé et approprié;

AD = avec difficulté;

A = absent.

Cette grille peut être utilisée durant plusieurs jours. Il suffit alors d'utiliser un stylo ou un crayon de couleur différente chaque jour et d'inscrire la date dans le coin. Vous n'aurez pas forcément un symbole ou une note pour chaque élève tous les jours. Certains enseignants préfèrent se concentrer sur un groupe ou deux à la fois. Peu importe la façon dont vous choisirez de noter vos observations, celles-ci vous permettront toujours de cibler les élèves qu'il vous faut observer ou aider davantage. Les renseignements ainsi recueillis vous aideront également à compiler vos résultats.

🗨️ Réflexion : Discussion en classe

- Demandez aux élèves de mettre en commun leurs observations et leurs idées (conclusions). Voir les notes aux enseignants sur les façons de susciter la discussion en classe en pages 16 et 17.
- Soulignez que les connaissances scientifiques reposent sur des faits et qu'elles sont appelées à évoluer ou à changer dès la confirmation de preuves contradictoires. Effectuez un retour sur les idées lancées par les élèves lors de l'activité « Accéder aux connaissances préalables » en ce qui a trait à ce qui permet aux objets de flotter dans l'air. *Avons-nous des éléments à réviser, à enrichir ou à modifier? Y a-t-il d'autres renseignements que nous pourrions ajouter?*
- **Développement des habiletés :** Après d'autres discussions, attirez l'attention sur les différentes façons employées par les élèves pour noter leurs observations et leur information. Lesquelles sont les plus simples à comprendre pour les autres? Lesquelles sont les plus conviviales à créer et à utiliser? Quel type de moyen auriez-vous envie d'utiliser une prochaine fois?





2^e cycle

★ Résultats du programme

- 104-5 Expliquer que les résultats de recherches semblables et répétées peuvent varier et proposer des causes possibles.
- 205-1 Suivre une procédure pour étudier un problème donné et pour assurer un test objectif d'une idée proposée tout en contrôlant les variables importantes.
- 205-5 Faire des observations et recueillir des données pertinentes pour une question ou un problème donné.
- 207-2 Communiquer des procédures et des résultats au moyen de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée.
- 303-33 Relever des situations faisant appel au principe de Bernoulli.

Activités sur l'air en mouvement

En petit groupe : Chaque groupe se voit attribuer une activité différente à explorer (les directives à l'intention des élèves figurent en pages 20 et 21)

Activité	Matériel	Résultats attendus (pour l'enseignant seulement)
Ballons suspendus	2 ballons 2 bouts de ficelle	Les ballons devraient s'approcher l'un de l'autre au passage de l'air entre eux.
Canettes de boisson gazeuse	2 canettes de boisson gazeuse vides 2 bouts de ficelle	Les canettes devraient s'approcher l'une de l'autre au passage de l'air entre elles.
Tunnel de papier	1 feuille de papier	Le tunnel devrait s'effondrer au passage de l'air.
Balle de tennis de table et entonnoir	1 balle de tennis de table 1 entonnoir	Il est pratiquement impossible de déloger la balle en soufflant dans l'entonnoir.
Balle de tennis de table et gobelet en papier	1 balle de tennis de table 1 gobelet en papier	L'élève ne devrait pas réussir à déloger la balle en soufflant à l'intérieur du gobelet. L'élève devrait réussir à éjecter la balle en soufflant au-dessus du gobelet.
Virevent	1 virevent (page 18)	C'est en soufflant directement devant le virevent que l'on obtient la rotation la plus rapide.
Canette de boisson gazeuse et pailles	2 canettes de boisson gazeuse 20 pailles	Les canettes devraient rouler l'une vers l'autre au passage de l'air entre elles et s'éloigner l'une de l'autre lorsque l'air est dirigé sur le côté extérieur.



Les élèves seront appelés à choisir et à employer leur propre méthode de consignation des résultats (voir le paragraphe intitulé « Développement des habiletés » dans la section « Réflexion : Discussion en classe », à la fin du 1^{er} cycle, en page 7). Après la période d'exploration, les équipes auront la responsabilité d'expliquer leur activité et leurs observations/résultats à l'ensemble du groupe.

✓ **Évaluation :**

Sur la grille d'observation (ou sur un autre registre), inscrivez le rendement des élèves en ce qui a trait aux résultats liés aux habiletés. Vous pouvez observer la façon dont s'effectue le contrôle des variables par les élèves (proximité, distance, rapidité, lenteur, à partir de quelle direction?)

- Demandez à chacune des équipes de décrire brièvement son activité et d'expliquer les résultats qu'elle a obtenus au reste de la classe. Mettez en évidence tout ce qui se dit sur la vitesse et la pression de l'air, de même que tous les liens qui se font entre elles.
- Une fois que tous les groupes se sont exprimés, posez des questions aux élèves pour susciter une discussion et créer des liens entre les activités. « À laquelle des autres expériences la vôtre ressemblait-elle le plus? À laquelle s'apparentait-elle le moins? »
- Effectuez un autre retour sur les idées lancées par les élèves lors de l'activité « Accéder aux connaissances préalables » en ce qui a trait à ce qui permet aux objets de flotter dans l'air. *Et cette fois encore, avons-nous des éléments à réviser, à ajouter ou à modifier?*

 **Réflexion : Journal de science**

- Demandez aux élèves de rédiger dans leur journal de bord ou dans leur cahier de sciences un bref passage (5-7 minutes) décrivant l'activité qu'ils ont réalisée et répondant aux questions suivantes : À laquelle des autres expériences la tienne ressemblait-elle le plus? À laquelle s'apparentait-elle le moins? Explique ta réponse.

✓ **Évaluation :**

Les inscriptions au journal ne doivent pas faire l'objet d'une note sommative. Un commentaire positif suivi d'une question visant à recentrer l'attention ou à suggérer la prochaine étape que doit franchir l'élève dans son apprentissage se révélera très efficace.

En parcourant les inscriptions au journal, repérez les élèves qui semblent avoir saisi que l'air en mouvement a une pression moins élevée que l'air statique (principe de Bernoulli).





3^e cycle

✦ Résultats du programme

207-2 Communiquer des procédures et des résultats au moyen de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée.

303-33 Relever des situations faisant appel au principe de Bernoulli.

Discussion sur le contenu du journal de bord

Commentez le contenu des journaux de bord et la façon dont les élèves observent une différence entre la pression de l'air en mouvement et celle de l'air statique. Demandez s'il y a des élèves qui désirent apporter des précisions ou des commentaires à ce sujet. Aujourd'hui, les élèves réaliseront une autre expérience en la matière et rédigeront une procédure expérimentale.

Une autre activité sur l'air en mouvement

Faites explorer aux élèves, en petit groupe, une autre activité du 2^e cycle. Cela leur permettra d'approfondir leur expérience en ce qui a trait à la pression de l'air en mouvement.

Développement des habiletés :

Soulignons que si vous comptez utiliser la rubrique d'évaluation pour noter le travail des élèves, il faut la leur remettre et en discuter **avant** l'activité. Il faut également leur présenter des exemples de rédaction de procédures expérimentales. S'il s'agit d'un élément nouveau pour les élèves, la démarche doit être reproduite plusieurs fois par l'enseignant avant que les élèves ne soient appelés à rédiger seuls leur propre procédure.

Chaque élève doit rédiger des instructions aux fins de l'activité, de façon à permettre à d'autres élèves de la réaliser et d'arriver au(x) même(s) résultat(s).

Les élèves doivent être conscients qu'il importe de rédiger des directives suffisamment détaillées pour permettre à d'autres de les suivre et pour veiller au contrôle de toutes les variables visées (p. ex., la direction dans laquelle il faut souffler, la vitesse et la force du souffle). La rubrique d'évaluation de la page suivante peut se révéler utile.

Demandez aux élèves de procéder à une autoévaluation de leur procédure avant de vous la remettre. Remettez-leur les lignes directrices (cf. colonne « Atteinte des objectifs ») et demandez-leur d'expliquer dans quelle mesure leur travail répond à



chacun des critères. La troisième colonne sera destinée à vos rétroactions (voir la feuille en page 22).

✓ **Évaluation :**

Précisez si les élèves sont en mesure de rédiger un rapport de laboratoire ou s'il leur faut de brèves leçons ciblant certaines composantes du rapport.

✓ **Évaluation :**

Précisez si les instructions sont claires et organisées. Relevez également si les variables sont contrôlées.

Atteinte des objectifs	Quasi atteinte des objectifs	Non-atteinte des objectifs pour le moment
Les étapes rédigées sont détaillées et apparaissent en ordre séquentiel . Elles sont suffisamment détaillées pour prévoir le contrôle des variables . La procédure pourrait être reproduite .	Certaines étapes sont manquantes ou manquent de clarté ou certaines étapes ne sont pas dans le bon ordre. Il manque certains détails qui permettraient le contrôle d'une ou de plusieurs variables durant la reproduction de l'expérience.	Les étapes manquent de précision ou ne sont pas suffisamment détaillées pour permettre la reproduction de la procédure.
Le document ne comporte que peu d'erreurs orthographiques et grammaticales, voire aucune .	Le document comporte certaines erreurs orthographiques et grammaticales.	Le document comporte plusieurs erreurs orthographiques et grammaticales.

 **Réflexion : Discussion en classe**

- Effectuer un retour sur les idées lancées par les élèves lors de l'activité « Accéder aux connaissances préalables » en ce qui a trait à ce qui permet aux objets de flotter dans l'air. *Avons-nous des éléments à réviser, à enrichir ou à modifier? Y a-t-il d'autres renseignements que nous pourrions ajouter?*
- Discuter avec un camarade des nouvelles connaissances acquises.
- Noter par écrit la liste de ces nouvelles connaissances dans le journal de bord de l'élève.



4^e cycle

★ Résultats du programme

- 106-4 Nommer des situations où des idées et des découvertes scientifiques ont mené à des inventions et à de nouvelles applications.
- 303-32 Expliquer le rôle de la portance pour contrer la pesanteur et permettre à des dispositifs ou à des êtres vivants de voler.
- 303-33 Relever des situations faisant appel au principe de Bernoulli.

Activités

- Demandez aux élèves de lire le texte sur Daniel Bernoulli (biographie en pages 27-29) et de répondre aux questions suivantes.
 - Quelles questions a-t-il pu se poser sur les fluides?
 - Quelle idée utile a-t-il décrite?
 - Comment le principe de Bernoulli s'applique-t-il aux activités que vous avez réalisées?
- Présentez aux élèves la vidéo de Bill Nye sur le vol (ou une autre vidéo semblable), qui leur confirmera bon nombre des conclusions auxquelles ils seront arrivés durant les cycles de recherche. La vidéo de Bill Nye sur le vol est accessible sur le site suivant : <http://learning.aliant.net/> (en anglais seulement). Inscrivez *flight* dans la boîte de recherche et choisissez la vidéo de Bill Nye intitulée *Flight*. Une table des matières apparaîtra à côté de la vidéo, ce qui vous permettra de ne sélectionner que certaines sections à des fins de visionnement, si vous le préférez. Il y a également une option vous permettant de visionner la vidéo en mode plein écran. (Il vous faut vous inscrire pour pouvoir utiliser les vidéos du site Aliant. L'inscription est gratuite. Le site vous demandera d'ouvrir une session si vous tentez de visionner la vidéo sans le faire.)

Réflexion

- Après le visionnement de la vidéo, demandez aux élèves de discuter (oralement ou par écrit) des situations faisant appel au principe de Bernoulli dans la réalité.
- Vous pouvez également pousser plus loin la discussion et effectuer un retour sur la façon dont le principe de Bernoulli s'applique aux activités réalisées par les étudiants.
- Effectuez aussi un retour sur les idées lancées par les élèves lors de l'activité « Accéder aux connaissances préalables » (en page 5) en ce qui a trait à ce qui permet aux objets de flotter dans l'air. *Avons-nous des éléments à réviser, à enrichir ou à modifier? Y a-t-il d'autres renseignements que nous pourrions ajouter?*



✓ Évaluation :

Comparez au moins deux des activités sur l'air en mouvement, en faisant ressortir ce qu'elles ont en commun et ce qui les distingue. Expliquez comment le principe de Bernoulli décrit le rôle de la pression de l'air par rapport à la portance des objets.

Exemples d'autres applications du principe de Bernoulli :

Aspirateur, pistolet à peinture, pulvérisateur pour les plantes, atomiseur à parfum, appareil d'aspiration

📌 Penser comme un scientifique

Poser de bonnes questions constitue une habileté importante dans le domaine des sciences. Une bonne question doit être claire et vérifiable. Au départ, les élèves auront besoin d'aide. Démontrez l'habileté auprès de toute la classe. Les élèves commenceront à avoir suffisamment confiance en eux pour participer. Une fois bien exercé, chaque élève sera à même de concevoir ses propres questions.

Présentez une situation aux élèves et demandez-leur de créer des questions qui pourraient faire l'objet d'une expérience scientifique.

Situation :

Les voitures de course Formule 1 se déplacent à des vitesses pouvant atteindre 360 km/h. À des vitesses élevées, la voiture risque de se soulever du sol. Or, ces véhicules sont conçus de façon à demeurer au sol. La portance est, dans le cas des voitures, utilisée non pas pour faire voler le véhicule, mais bien dans la direction inverse, soit pour le garder au sol et en maintenir la traction.

Quelle question liant l'aérodynamique automobile au contact du véhicule avec le sol pourrait-on étudier scientifiquement?

Ressource supplémentaires

<http://www.youtube.com/profile?user=fredlouradour#p/u/31/ZI0p0UFFO34> site de démonstration de concept en français.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Pilotage_d'un_avion cliquez sur les mots « roulis », « tangage » et « lacet ».

<http://www.youtube.com/watch?v=or14apoOyf0> site en français sur le vol Partie 1

<http://www.youtube.com/watch?v=DCRacOKZ8as&feature=related> le vol Partie 2

<http://www.youtube.com/watch?v=UqS7ISLdZ2k&feature=related> le vol partie 3

<http://www.youtube.com/watch?v=LIQNuh8cINs&feature=related> les ballons partie 1

<http://www.youtube.com/watch?v=STH0Hv1yX0Y&feature=related> les ballons partie 2



Autres possibilités d'activités pour l'unité sur le vol

301-17 Expliquer l'incidence sur la portance de la forme d'une surface et en faire la démonstration

303-32 Expliquer le rôle de la portance pour contrer la pesanteur et permettre à des dispositifs ou à des êtres vivants de voler

Suggestion d'activités : Dessinez un aileron par terre. Demandez aux élèves de former deux rangées côte à côte. L'une des deux rangées passera sous l'aileron (à droite) et l'autre, par-dessus l'aileron (à gauche). Les élèves doivent arriver à l'extrémité de l'aileron en même temps que leur partenaire de l'autre rangée. Que se produit-il?

205-8 Déterminer et utiliser diverses sources et technologies pour recueillir des renseignements pertinents

Les élèves étudieront le concept et la pertinence des tunnels aérodynamiques.

Les élèves choisiront une forme à observer et en observeront le mouvement à l'intérieur d'un tunnel aérodynamique. L'enseignant offrira aux élèves plusieurs choix de formes.

Les sites suivants comportent des directives sur la construction d'un tunnel aérodynamique.

http://saintjo.thonon.free.fr/infos/activites_scolaires/a_bout_de_souffle/etude_profil.htm

http://wings.avkids.com/Curriculum/Aerodynamics/windtunnel_summary.html (en anglais seulement)

http://www.ehow.com/how_4443958_build-wind-tunnel.html (en anglais seulement)

Voyez également, à la page 68 du programme, les suggestions sur la façon de suspendre la forme à l'intérieur du tunnel aérodynamique. La forme doit pouvoir s'y insérer. Les élèves créeront leur propre système pour noter leurs observations.

(Résultat d'apprentissage 207-2 : communiquer des procédures et des résultats au moyen de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée)

À partir des observations des élèves, discutez des similitudes en ce qui a trait au mouvement des formes. Effectuez un retour sur le principe de Bernoulli, discutez de la façon dont cette théorie s'applique aux mouvements des formes à l'intérieur du tunnel aérodynamique. (Orientez les élèves vers l'aérodynamique et la forme des ailes.)

Présentez un défi aux élèves : (travail en petit groupe). Créez une aile qui effectuera un mouvement (qui s'élèvera, pour démontrer la portance) lorsqu'on la placera à l'intérieur du tunnel aérodynamique. Montrez-leur un modèle d'aile qui effectuera le mouvement désiré. Demandez aux élèves de faire ressortir les caractéristiques du modèle d'aile



(aérodynamique : un côté arrondi et un côté effilé) et son efficacité en matière d'élévation ou de portance).

Demandez aux élèves de faire une comparaison entre les caractéristiques et le mouvement de leur propre aile et ceux du modèle d'aile.

Les élèves devraient être en mesure de discuter de leurs résultats et d'en faire la démonstration, ainsi que de conclure que l'aérodynamique et le principe de Bernoulli sont liés à la forme qui crée le mouvement d'élévation.



POUR SUSCITER LA DISCUSSION EN CLASSE

Nul n'est plus intelligent que la totalité de notre groupe.

Dans l'ouvrage "Science Formative Assessment" (2008), Page Keeley décrit l'interaction d'une discussion à l'aide de l'analogie du tennis de table et du volley-ball. Le tennis de table représente le modèle du va-et-vient entre les questions et les réponses : l'enseignant pose une question, un élève y répond, l'enseignant y va d'une nouvelle question, suivie de la réponse d'un élève, etc. Le volley-ball désigne un **modèle de discussion différent** : l'enseignant pose une question, un élève répond, puis d'autres élèves réagissent successivement, en apportant des compléments aux réponses précédentes. La discussion se poursuit jusqu'à ce que l'enseignant « lance » une nouvelle question.

Une discussion de type « volley-ball » suscite une **plus grande participation de la part des élèves** au chapitre des idées scientifiques. Les élèves énoncent et **justifient** leurs idées. Par l'interaction, les idées peuvent être remises en question et clarifiées. Le processus peut aussi donner lieu à des compléments et à des applications des diverses idées. Les discussions doivent **éviter la dimension personnelle** et porter en tout temps sur **les idées, les explications et les raisons**. L'objectif consiste à amener les étudiants à parfaire leur compréhension.

Abordez les analogies du tennis de table et du volley-ball avec vos élèves. **Il faut bien s'exercer** pour se livrer à de bonnes discussions. Vos élèves et vous allez vous améliorer. Bon nombre d'enseignants trouvent la discussion plus efficace lorsque tous les élèves sont en mesure de se voir (p. ex., assis en cercle), du moins, jusqu'à ce qu'ils aient acquis l'habitude de s'écouter et de se répondre mutuellement.

Comme enseignant, il vous faudra :

- établir et entretenir un cadre respectueux et aidant;
- exprimer clairement vos attentes;
- veiller à ce que la discussion demeure centrée sur l'aspect scientifique;
- orchestrer la discussion avec soin pour assurer une participation équitable.

Il est important d'**établir des normes de discussion** auprès de votre groupe. Vous pouvez notamment exprimer les attentes suivantes :

- Chacun a le droit de participer et d'être entendu.
- Chacun a l'obligation d'écouter et de s'efforcer de comprendre.
- Chacun est tenu de poser des questions en cas d'incompréhension.
- L'intervenant doit s'efforcer de faire preuve de clarté dans ses propos.

Au départ, les discussions risquent de paraître quelque peu artificielles. Les premières fois, il peut être utile de prévoir un babillard présentant, dans des phylactères, diverses amorces d'interventions.

Je suis en respectueux désaccord...

J'ai obtenu un résultat différent...

Peux-tu démontrer comment tu as obtenu cette information?

En faisant ____, j'ai découvert que...

Même si tu as dit que ____, je crois...

Les données que j'ai dans mes notes sont différentes de ce que tu viens de présenter. J'ai trouvé...



Ce sera plus facile si **les questions de l'enseignant portent sur une idée générale** plutôt que sur des détails. (Les poules et les humains pourraient-ils faire bouger leurs os sans muscles?) Les questions doivent être formulées de façon à permettre à tous d'intégrer la conversation. Les questions sollicitant l'opinion des participants se révéleront particulièrement efficaces en ce sens (Que pensez-vous de...? D'après vous, comment...? Et si...? Pourquoi...?).

Octroyez beaucoup de **temps de réflexion** aux élèves. Les élèves donnent des **réponses plus détaillées et plus complexes** lorsqu'ils disposent de suffisamment de temps de réflexion. Prévoyez aussi du temps après les réponses des élèves. Lorsque les élèves sont engagés dans un processus de réflexion, il leur faut du temps pour traiter les réponses des autres avant d'intervenir. Si la discussion n'avance pas, invitez plutôt les élèves à **discuter en équipe**. Les discussions d'équipe permettent à l'enseignant d'insérer des idées qu'il entend de part et d'autre.

Interventions utiles de l'enseignant pour susciter la discussion :

1. Quel résultat prédis-tu?
2. Continue de t'exprimer là-dessus.
3. Que veux-tu dire par...?
4. Comment le sais-tu?
5. Peux-tu répéter, dans tes propres mots, ce qu'a dit ____?
6. Quelqu'un est-il d'accord ou en désaccord avec...?
7. Quelqu'un aurait-il des choses à ajouter à ce sujet?
8. Qui comprend l'idée exprimée par ____ et peut l'expliquer dans ses propres mots?
9. J'aimerais vérifier si je comprends bien ce que tu dis. Est-ce que tu dis que...?
10. Donc, tu dis que...
11. Quelles preuves t'ont permis de croire cela?
12. Bon. Il y a un certain désaccord. Comment se situe chacune des opinions par rapport aux preuves? Que pourrions-nous découvrir d'autre?

Références:

Keeley, Page. *Science Formative Assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press and Arlington, VA: NSTA Press, 2008.

Michaels, Sarah, Shouse, Andrew W., and Schweingruber, Heidi A. *Ready, Set, SCIENCE!* Washington, DC: The National Academies Press, 2008.

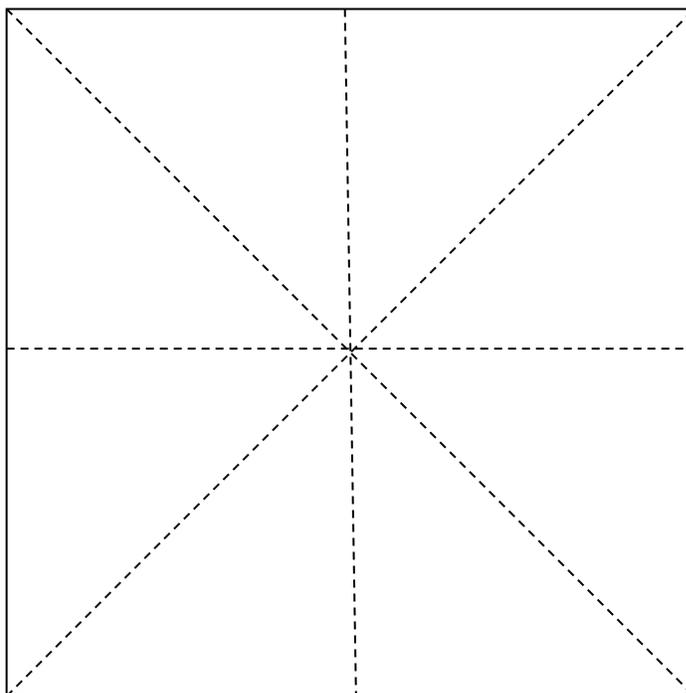


Liste de matériel

2 ballons	Les trousse de sciences de 6 ^e année données à chaque école en 2009 contiennent:	
Ficelle		
4 canettes de boisson gazeuse		
2 balles de tennis de table		
Entonnoir		
Gobelet de papier		
Virevent		
Une vingtaine de pailles		
		2 Balles de tennis de table
		1 Entonnoir
	2 Microbes géants	
	Trousse pour illustrer les phases lunaires (six balles pour représenter le Soleil, la Terre et la Lune et six bouchons de bouteilles d'eau)	
	Trousse de l'agence spatiale canadienne et disque compact	
	10 Lames	
	10 Lamelles	
	2 Lames préparées comportant des micro-organismes: Euglena et Paramecium	

Pour fabriquer un virevent :

Découpez la forme ci-dessous. Découpez chacune des lignes pointillées presque jusqu'au centre. Repliez/retournez chaque triangle de la même façon, afin de créer des ailettes de ventilateur comportant un angle. Fixez le virevent sur un bâtonnet à l'aide d'une punaise, de façon à ce qu'il puisse tourner librement.



Version des résultats à l'intention des élèves

- 104-5** Expliquer pourquoi il se peut que vous obteniez des résultats différents pour une même expérience et expliquer pourquoi cela peut se produire.
- 106-4** Décrire des exemples d'idées et de découvertes scientifiques qui ont mené à des inventions et à de nouvelles applications.
- 204-7** Prévoir un ensemble d'étapes à suivre pour résoudre un problème pratique et pour faire un test objectif.
- 205-1** Suivre une procédure pour réaliser une expérience et s'assurer de l'objectivité du test (en contrôlant les variables).
- 205-5** Faire des observations et recueillir des données pertinentes pour une question donnée.
- 207-2** Expliquer des procédures et des résultats (au moyen de listes, de notes, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée).
- 303-33** Donner des exemples de situations où vous verriez le principe de Bernoulli en action.
- 303-32** Expliquer le rôle de la portance pour contrer la pesanteur et permettre à des objets ou à des êtres vivants de voler.



Activités sur l'air en mouvement

Ballons suspendus

Matériel : 2 ballons et 2 bouts de ficelle

Instructions : Gonflez les ballons et attachez à chacun un petit bout de ficelle (d'environ 30 cm). Tenez une ficelle dans chaque main et faites pendre les ballons à la hauteur de votre bouche, en gardant une distance de 3 ou 4 cm entre eux. Soufflez entre les ballons et prenez en note ce qui se produit.

Canettes de boisson gazeuse

Matériel : 2 canettes de boisson gazeuse vides et 2 bouts de ficelle

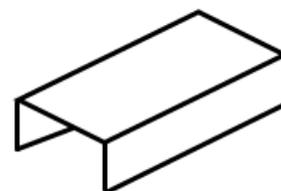
Instructions : Attachez un petit bout de ficelle (d'environ 30 cm) à la goupille de chacune des canettes vides. Tenez une ficelle dans chaque main et faites pendre les canettes à la hauteur de votre bouche, en gardant une distance de 3 ou 4 cm entre elles. Soufflez entre les canettes et prenez en note ce qui se produit.

Variation : Utiliser deux canettes vides de boissons gazeuses et une paille sur une surface plane. Placer les deux canettes vides sur la surface plane et souffler dans la paille entre les deux canettes.

Tunnel de papier

Matériel : 1 feuille de papier

Instructions : Pliez la feuille pour en faire un tunnel (comme sur le diagramme). Placez le tunnel sur une table, soufflez dedans et prenez en note ce qui se produit.



Balle de tennis de table et entonnoir

Matériel : 1 balle de tennis de table et 1 entonnoir

Instructions : Mettez la balle de tennis de table dans l'entonnoir. Tenez l'entonnoir en position verticale et tentez d'en faire sortir la balle en soufflant par le bas de l'entonnoir. Prenez en note ce qui se produit.



Balle de tennis de table et gobelet en papier

Matériel : 1 balle de tennis de table et 1 gobelet en papier

Instructions : Placez la balle de tennis de table dans le gobelet en papier. Tentez, par différents moyens, de déloger la balle. Prenez en note les méthodes efficaces et celles qui ne le sont pas.

Virevent

Matériel : 1 virevent

Instructions : Tentez de faire tourner le virevent le plus vite possible en soufflant à partir de différentes directions. Prenez en note la direction la plus efficace.

Canettes de boisson gazeuse et pailles

Matériel : 2 canettes de boisson gazeuse et 20 pailles

Instructions : Placez les pailles sur le dessus d'une table, où elles serviront de rouleaux, et placez les canettes dessus. Les canettes devraient être à une distance de 5 cm l'une de l'autre. Soufflez entre les canettes et prenez en note ce qui se produit. Demandez à deux personnes de souffler de l'autre côté des rebords extérieurs des canettes et prenez en note ce qui se produit.



Autoévaluation de l'élève

Objectifs atteints	Autoévaluation de l'élève	Rétroactions de l'enseignant
Les étapes rédigées sont détaillées et apparaissent en ordre séquentiel . Elles sont suffisamment détaillées pour prévoir le contrôle des variables . La procédure pourrait être reproduite .		
Le document ne comporte que peu d'erreurs orthographiques et grammaticales, voire aucune .		



Grille d'observation

Résultats :

nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom
nom	nom	nom	nom	nom



Fiche de vérification

Résultats	Corrélations avec les cycles	Oui	Non
STSE			
104-5 expliquer que les résultats de recherches semblables et répétées peuvent varier et proposer des causes possibles	1 ^{er} cycle : Faire part de ses observations après les activités 2 ^e cycle : Arriver à expliquer ses observations/résultats à la classe et les variables contrôlées		
106-4 nommer des situations où des idées et des découvertes scientifiques ont mené à des inventions et à de nouvelles applications	4 ^e cycle : Discussion/travail sur les éléments tirant profit de l'effet observé dans le principe de Bernoulli		
HABILETÉS			
205-1 suivre une procédure pour étudier un problème donné et pour assurer un test objectif d'une idée proposée tout en contrôlant les variables importantes	1 ^{er} cycle : Répétition de l'activité de la bande de papier dans la 1 ^{re} partie et des façons de soulever le papier dans la partie 2 2 ^e cycle : Activité sur l'air en mouvement		
205-5 faire des observations et recueillir des données pertinentes pour une question ou un problème donné	1 ^{er} cycle : Formuler/noter des observations 2 ^e cycle : Formuler/noter des observations		
207-2 communiquer des procédures et des résultats au moyen de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux, de diagrammes, de dessins et de la langue parlée	1 ^{er} cycle : Noter des observations sur l'activité de la bande de papier 2 ^e cycle : Capacité de l'élève de choisir la méthode qui lui convient le mieux pour noter ses observations (p. ex., tableau) 3 ^e cycle : Rédaction d'instructions qui permettront à des camarades de classe d'obtenir les mêmes résultats		
CONNAISSANCES			
303-32 expliquer le rôle de la portance pour contrer la pesanteur et permettre à des dispositifs ou à des êtres vivants de voler	4 ^e cycle : Discussion; élément d'évaluation/journal		
303-33 relever des situations faisant appel au principe de Bernoulli	2 ^e cycle : Observation des éléments communs d'une expérience à l'autre (principe de Bernoulli) 3 ^e cycle : Observation des éléments communs à chacune des expériences et des phénomènes qui permettent aux objets de voler (principe de Bernoulli) 4 ^e cycle : Question d'évaluation/journal		





Évaluation de l'élève

Résultat visé	Preuve
Je peux expliquer les variations dans les résultats d'une expérience. (104-5)	
Je peux donner des exemples d'idées scientifiques qui ont mené à des inventions ou à de nouvelles applications. (106-4)	
Je peux planifier une série d'étapes pour résoudre un problème et pour faire un test objectif. (204-7)	
Je peux suivre des instructions pour réaliser une expérience avec des variables contrôlées. (205-1)	
Je peux faire des observations et de recueillir de l'information importante pour la question. (205-5)	
Je peux expliquer des procédures et des résultats. (207-2)	
Je peux donner des exemples de situations où l'on peut observer le principe de Bernoulli en action. (303-33)	
Je peux expliquer comment la portance permet de contrer la pesanteur et permet à des objets ou à des êtres vivants de voler. (303-32)	



Daniel Bernoulli



Daniel Bernoulli est né en 1700 à Groningue, aux Pays-Bas. Il était le deuxième d'une famille de trois garçons. Son père, Johann Bernoulli, était un mathématicien réputé.

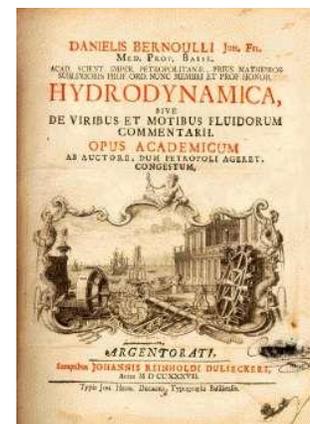


Lorsque Daniel avait cinq ans, sa famille regagna Bâle, en Suisse, où son père occupait la chaire de mathématiques à l'Université. Le père de Daniel voulait faire de lui un homme d'affaires, mais Daniel, qui préférait étudier les mathématiques, résista. Son père lui répétait que les mathématiques ne lui

permettraient pas de bien gagner sa vie. Ils décidèrent alors que Daniel ferait ses études de médecine à l'université et que son père lui enseignerait parallèlement les mathématiques. Daniel semble avoir eu une relation difficile avec son père tout au long de sa vie car, dit-on, son père était jaloux des réalisations de Daniel.



En 1725, Daniel accepta un poste de professeur de mathématiques à Saint-Petersbourg. Il travailla dans le domaine de l'hydrodynamique et écrivit un ouvrage intitulé *Hydrodynamica*, dans lequel il décrivait un principe extrêmement utile : lorsque la vitesse d'un fluide en mouvement (liquide ou gaz) augmente, sa pression diminue. Le contraire est également vrai. Ses travaux ont servi de base aux sciences de l'hydrodynamique et de l'aérodynamique.



Université de Bâle

Daniel était malheureux à Saint-Petersbourg et retourna à Bâle, en Suisse, vers 1734. Il y enseigna la botanique, puis la physiologie. Il occupa par la suite la chaire de philosophie naturelle (physique). Il y demeura jusqu'à sa retraite, en 1776. Il mourut à Bâle en 1782.

Durant sa vie, Daniel gagna ou partagea dix des réputés prix de l'Académie des sciences de Paris dans des domaines comme l'astronomie, la théorie des marées de Newton, le magnétisme, la détermination de l'heure en mer, la meilleure forme à donner à une ancre de bateau, les courants océaniques, les effets des forces sur les navires et la réduction du tangage des navires en haute mer.

Outre ses travaux dans le domaine de l'aérodynamique, Daniel Bernoulli a également fait des découvertes dans les domaines des probabilités, de la médecine et de la musique.



Sources des illustrations :

Daniel Bernoulli http://en.wikipedia.org/wiki/Daniel_Bernoulli

Carte des Pays-Bas <http://www.greenwichmeantime.com/time-zone/europe/european-union/the-netherlands/map.htm>

Carte de la Suisse

<http://www2.canada.com/topics/travel/guides/lp.html?destination=switzerland>

Hydrodynamica <http://pass.maths.org.uk/issue1/bern/index.html>

Université de Bâle http://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Basel#History

