



---

*Ingénierie Simultanée Présentée Aux JEunes du Secondaire*

---

# Les Éclairs de Génie

---

Projet ISPAJES/SEEHIGHS ([www.ispajes.qc.ca](http://www.ispajes.qc.ca), Wikipedia, Facebook, YouTube : ISPAJES)

4805, rue Molson, A/S IDP, Montréal (Québec) H1Y 0A2

Tél. : 514 383-3209 Fax : 514 383-3266

Organisme privé sans but lucratif enregistré : 89827 6886 RR 0001



## **Les Éclairs de Génie**

1<sup>ère</sup> édition, 1998

François Toussaint Casimir  
Concepteur de matériel pédagogique

2<sup>e</sup> édition, 2002  
Patrick Fernet  
Directeur général, ISPAJES

Tous droits réservés  
Projet ISPAJES / SEEHIGHS, 2012

4805, rue Molson, A/S IDP  
Montréal, QC  
H1Y 0A2

On ne peut reproduire, enregistrer, ni diffuser aucune partie du présent ouvrage, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, électronique, mécanique, photographique, sonore, magnétique ou autre, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'éditeur.

Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1998  
Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada

ISBN  
Imprimé au Canada

Par souci de lisibilité et pour éviter d'alourdir le texte, le masculin est utilisé comme générique dans cet ouvrage.



## **Avant-propos**

## **Remerciements**

La réalisation des activités *Éclairs de Génie* a été rendue possible grâce à l'appui du ministère de l'Industrie, du Commerce, de la Science et de la Technologie, en vertu du Programme d'amélioration des compétences en science et technologie – volet Aide à la relève. Nous avons aussi été grandement soutenus par plusieurs de nos partenaires, dont la Chaire Marianne-Mareschal de l'École Polytechnique de Montréal.

## **Note aux Lecteurs**

Le programme éducatif ISPAJES est élaboré de façon à ce que les enseignants et leurs élèves puissent travailler en collaboration avec des ingénieurs et des étudiants universitaires. Nous désirons appliquer cette façon de faire aux activités *Éclairs de Génie*. Alors, si vous désirez une participation extérieure lors de la réalisation de l'activité, n'hésitez pas à nous contacter. Nous tenterons de vous référer quelqu'un.

Nous remercions d'avance tous les enseignants qui, de par leurs commentaires constructifs, nous permettront de progresser et d'améliorer les activités *Éclairs de Génie*.



## Table des Matières

<b>1. QU'EST-CE QUE L'INGÉNIERIE SIMULTANÉE ? .....</b>	<b>5</b>
<i>L'ingénieur et la société.....</i>	<i>5</i>
<i>L'ingénieur et l'entreprise .....</i>	<i>5</i>
<i>L'ingénierie simultanée.....</i>	<i>6</i>
<b>2. QU'EST-CE QUE LE PROJET ISPAJES ? .....</b>	<b>8</b>
<b>3. QUE SONT LES ACTIVITÉS ÉCLAIRS DE GÉNIE ? .....</b>	<b>11</b>
<i>Avantages des activités Éclairs de Génie.....</i>	<i>11</i>
<i>Éclairs de Génie vs l'Entreprise .....</i>	<i>12</i>
<i>Matériaux.....</i>	<i>13</i>
<i>Idées de matériel supplémentaire.....</i>	<i>13</i>
<b>4. GRAND FAISEUR, PETIT GÉNIE.....</b>	<b>16</b>
<i>Tout ce que vous avez besoin de savoir .....</i>	<i>17</i>
<b>LA LETTRE.....</b>	<b>21</b>
<i>La Lettre – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>22</i>
<i>La Lettre – Fiche de l'élève .....</i>	<i>25</i>
<b>LE LANCER DU POIDS.....</b>	<b>27</b>
<i>Le Lancer du poids – Fiche de l'enseignant .....</i>	<i>28</i>
<i>Le Lancer du poids – Fiche de l'élève.....</i>	<i>30</i>
<b>LE SAUT EN HAUTEUR.....</b>	<b>32</b>
<i>Le Saut en hauteur – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>33</i>
<i>Le saut en hauteur – Fiche de l'élève.....</i>	<i>36</i>
<b>LE PARACHUTE.....</b>	<b>38</b>
<i>Le Parachute – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>39</i>
<i>Le Parachute – Fiche de l'élève.....</i>	<i>42</i>
<b>LE TITANIC.....</b>	<b>44</b>
<i>Le Titanic – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>45</i>
<i>Le Titanic – Fiche de l'élève.....</i>	<i>47</i>
<b>L'AVION-CITERNE .....</b>	<b>49</b>
<i>L'Avion-citerne – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>50</i>
<i>L'Avion-citerne – Fiche de l'élève.....</i>	<i>53</i>
<b>L'ASCENSEUR .....</b>	<b>55</b>
<i>L'ascenseur – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>56</i>
<i>L'Ascenseur – Fiche de l'élève.....</i>	<i>59</i>
<b>LE CONVOYEUR .....</b>	<b>61</b>
<i>Le Convoyeur – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>62</i>
<i>Le Convoyeur - Fiche de l'élève.....</i>	<i>65</i>
<b>5. GRAND PENSEUR, PETIT GÉNIE .....</b>	<b>67</b>
<i>Tout ce que vous avez besoin de savoir .....</i>	<i>68</i>
<b>LES ASCENSEURS.....</b>	<b>70</b>
<i>Les ascenseurs – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>71</i>
<i>Les ascenseurs – Fiche de l'élève.....</i>	<i>74</i>
<b>LE TRAJET D'AUTOBUS.....</b>	<b>76</b>
<i>Le trajet d'autobus – Fiche de l'enseignant.....</i>	<i>77</i>
<i>Le trajet d'autobus – Fiche de l'élève.....</i>	<i>80</i>
<b>L'AIRE DE STATIONNEMENT.....</b>	<b>82</b>
<i>L'aire de stationnement – Fiche de l'élève.....</i>	<i>91</i>
<b>6. SONDAGE POUR LES ENSEIGNANTS .....</b>	<b>95</b>



## 1. Qu'est-ce que l'ingénierie simultanée ?

### L'ingénieur et la société

Le rôle de l'ingénieur dans notre société se situe principalement au niveau de l'application pratique et concrète de découvertes scientifiques afin d'en faire bénéficier l'humanité. Il conçoit, planifie, développe et réalise des appareils, systèmes et procédés fonctionnels à partir de principes scientifiques. L'ingénieur est le spécialiste des sciences appliquées; il est de son devoir de comprendre et d'assimiler les lois et les principes de la science afin de trouver des applications pratiques à toute nouvelle découverte.

L'automobile, le téléphone, la radio, l'ordinateur, l'avion, les autoroutes, les machines-outils, la télévision ainsi que tous les appareils électroménagers que l'on retrouve dans les foyers ne sont que quelques exemples d'applications qui illustrent la diversité des réalisations de l'ingénieur. Cette diversité est à l'origine des domaines de spécialité qui sont créés au sein de l'ingénierie. C'est ainsi que l'on retrouve aujourd'hui des ingénieurs mécaniques, électriques, informatiques, aéronautiques, civils, chimiques, biomédicaux, métallurgistes, industriel, miniers, nucléaire, en matériaux, etc.

### L'ingénieur et l'entreprise

Au sein d'une même entreprise, l'ingénieur peut occuper diverses positions reliées à l'ingénierie. Il peut ainsi exercer les compétences qu'il a acquises au cours de ses études dans des champs d'activités généraux tels que:

**La recherche** : exploration de nouvelles avenues scientifiques; étude des raisons expliquant le comportement de la matière et des règles régissant l'univers.

**Le développement** : élaboration de nouveaux procédés, appareils ou dispositifs employant les principes résultant de la découverte d'un phénomène naturel. Dans plusieurs organisations, les fonctions de recherche et développement sont combinées afin de former un seul et même département de recherche & développement.

**La conception** : adaptation des concepts de base élaborés en recherche & développement afin de concevoir des biens pouvant être fabriqués de façon rentable par l'entreprise.

**La production** : élaboration et supervision des lignes de fabrication et d'assemblage des produits tels que conçus et illustrés sur les plans et dessins réalisés par l'ingénieur de conception.

**Les opérations** : entretien et supervision de l'usine et des équipements.

**La vente** : présentation et explication technique concernant l'usage et les possibilités d'un nouveau produit à des clients potentiels.



**La gestion** : administration des ressources de l'entreprise.

## **L'ingénierie simultanée**

L'ingénierie simultanée est une approche systématique et multidisciplinaire visant à intégrer, de façon simultanée, les différentes facettes du développement d'un produit et la gestion du processus de conception, soit :

- La recherche des besoins du client
- La définition du produit
- La conception du produit
- La fabrication du produit
- La production du produit
- L'utilisation du produit
- L'entretien du produit
- La sécurité du produit
- Le recyclage du produit
- Le service après-vente
- Etc.

L'objectif ultime de cette approche d'ingénierie est la satisfaction du client et la prise en considération de tous ses besoins au cours chacune des étapes de la conception.

Les principes de l'ingénierie simultanée sont assimilés plus facilement lorsqu'on les compare à ceux du processus d'ingénierie séquentielle, traditionnellement utilisé dans les industries nord-américaines. L'introduction d'un nouveau produit selon l'approche de l'ingénierie séquentielle débute généralement avec l'évaluation des besoins du client par le département de marketing. Le produit est ensuite conçu et un premier prototype est construit. Ce prototype est ensuite évalué et des modifications sont généralement apportées à la conception. Ce long processus peut se répéter plusieurs fois, aussi longtemps en fait que le prototype ne rencontre pas toutes les exigences du client et de l'entreprise. Une fois la conception finalisée, les dessins de détail sont transmis aux personnes responsables de la fabrication. Les activités de pré-production, telles que la préparation de l'outillage, peuvent alors être entreprises, menant ainsi la fabrication du produit à sa commercialisation. Le développement du produit se fait donc de façon séquentielle (ou étape par étape). En raison des pertes d'information qu'elle occasionne, l'ingénierie séquentielle est maintenant reconnue comme étant à la source de nombreuses insatisfactions du client en rapport avec le produit. Pour cette même raison, le processus de développement de produit en ingénierie séquentielle est généralement lent, ce qui ne favorise pas une réduction des coûts.

L'approche de l'ingénierie simultanée est radicalement différente de l'approche séquentielle. Les grandes étapes de conception se font simultanément avec les autres considérations du produit telles que sa fabrication, son entretien, son transport, sa mise hors-service, son recyclage, etc. De plus, les différentes étapes sont interactives, ce qui implique que chacune d'entre elles est complétée en tenant compte non seulement des résultats des précédentes mais aussi des résultats



---

---

*Ingénierie Simultanée Présentée Aux JEunes du Secondaire*

---

---

en aval du processus. La conception du produit se fait par itérations successives sur de petites boucles.

En résumé, l'ingénierie simultanée est donc l'approche qui offre la possibilité de faire le lien entre toutes les facettes de la naissance d'un produit en intégrant, dès le début de la conception, les connaissances des divers spécialistes dans une méthodologie globale, systématique et multidisciplinaire.



## **2. Qu'est-ce que le projet ISPAJES ?**



---

---

### ***Le projet ISPAJES en un coup d'oeil***

---

---

Le projet ISPAJES (Ingénierie Simultanée Présentée Aux JEunes du Secondaire) est un organisme privé sans but lucratif fondé en 1995 qui a pour mission de promouvoir la persévérance scolaire et développer 12 compétences chez les élèves du 3<sup>e</sup> secondaire dans 5 domaines généraux de formation.

Sous un volet entrepreneurial, ISPAJES s'intègre directement dans la grille horaire en milieu scolaire, mais va bien au-delà du système traditionnel d'éducation. En début d'année scolaire, les élèves reçoivent une vidéo dans laquelle le client s'adresse à eux et leur confie le mandat d'inventer un nouveau produit selon ses besoins. Le projet, cette année, consiste à concevoir et à construire un prototype capable de produire un refroidissement climatique et d'enrayer les causes du réchauffement planétaire afin de régénérer la glace dans l'Arctique et sauver la forêt boréale avec toute sa biodiversité.

En cours d'année, ils visiteront une entreprise et une Université afin d'acquérir la culture scientifique nécessaire et aller chercher quelques petits trucs pour la réalisation de leur prototype. Ils recevront également la visite d'ingénieurs et d'étudiants universitaires en classe afin de les assister dans la conception et la construction de leur prototype.

Le projet se termine avec un point culminant, soit le gala de fin d'année. Le client est alors présent pour évaluer le fonctionnement des prototypes et vérifier si les équipes ont bien répondu à sa demande. C'est également l'occasion pour les parents, amis, ingénieurs et enseignants de souligner l'excellence du travail accompli par les élèves tout au long de l'année.

---

---

### ***Écoles participantes 2015-2016***

---

---

#### **Grand Montréal :**

Collège Mont-Royal

École Saint-Laurent

#### **Mauricie :**

École secondaire Chavigny

#### **Outaouais :**

Polyvalente de l'Érablière

#### **Montérégie :**

Collège Bourget

#### **Centre du Québec :**

Polyvalente La Samare



---

---

### ***Autres activités conçues par ISPAJES***

---

---

#### **Les Éclairs de génie :**

Le guide d'activités Éclairs de génie contient des projets réalisables en une demi-journée. Les activités proposées s'adressent principalement aux élèves de 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> secondaire. Chaque activité contient une description du prototype à construire en matière de contrainte et de performance, une liste des matériaux pouvant être utilisés ainsi qu'une note instructive sur un produit similaire existant en industrie. Un exemple d'activité : la construction d'un téléphérique capable de transporter un œuf sur une distance de 5 mètres en utilisant des matériaux recyclés.

#### **Camp de formation des maîtres :**

Le camp est une formation résidentielle de 5 jours développée en partenariat avec l'Université de Sherbrooke. L'équipe de formateurs est constituée de spécialistes très actifs dans le monde industriel et technologique. Les enseignants participant à la formation acquièrent une culture industrielle en vivant les différentes étapes reliées à la conception et à la réalisation d'un nouveau produit. Ils peuvent ainsi se familiariser avec l'application des sciences dans un contexte de résolution de problème tout en expérimentant le travail d'équipe et la créativité. La formation comporte aussi un volet didactique qui vise l'application de ce processus dans le travail courant de l'enseignant.

---

---

**Prix et mentions**

---

---

**1993**

Compétition québécoise d'ingénierie  
1<sup>er</sup> prix - catégorie socio-technologique  
Prix d'excellence leadership technologique

Compétition canadienne d'ingénierie  
1<sup>er</sup> prix - catégorie communication  
Prix de l'accomplissement social

Certificat canadien d'excellence  
Fondation commémorative du génie canadien

**1994**

Prix provincial  
Northern Telecom's National Institut

Mention d'honneur  
Fédération des commissions scolaires du  
Québec

**1995**

Prix régional d'excellence en partenariat  
écoles/entreprises  
Conference Board du Canada

**1998**

Prix technologie - volet relève  
Association de la recherche industrielle du Québec  
(ADRIQ)

**2002**

Prix Michael-Smith  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  
du Canada (CRSNG)

**2005**

Prix Innovation – Finaliste – Prix Relève  
Banque de développement du Canada (BDC)

**2009**

Science on Stage – Représentant du Québec

---

---

**Merci à nos partenaires!**

---

---

**Honneur**



Ordre  
des ingénieurs  
du Québec



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE



**Prestige**

Centre des sciences de Montréal au Vieux-Port  
Chaire Marianne-Mareschal  
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie  
du Canada (CRSNG)  
Fonds québécois de la recherche sur la nature  
et les technologies  
Institut de développement de produits (IDP)  
Ministère du Développement économique, Innovation  
et Exportation (MDEIE)

**Privilège**

Association de la recherche industrielle du Québec (ADRIQ)  
Association pour l'enseignement de la science et de la technologie  
au Québec (APSQ)  
CAE  
Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec  
(CEVEQ)  
Grand & Toy  
Mega Bloks  
Métal Marquis  
Musée des sciences et de la technologie du Canada  
Oratoire Saint-Joseph du Mont-Royal  
Papier Masson  
Planétarium de Montréal  
Productions Jaune Camion

---

**Pour communiquer avec nous :**

Projet ISPAJES / SEEHIGHS [www.ispajes.qc.ca](http://www.ispajes.qc.ca)  
4805, rue Molson, A/S IDP, Montréal, QC H1Y 0A2  
Tél. : (514) 383-3209 Fax : (514) 383-3266  
Organisme privé sans but lucratif enregistré : 89827 6886 RR  
0001

---

**Ingénierie Simultanée Présentée  
Aux JEunes du Secondaire**



**Depuis 1993 : Promotion de la  
persévérance scolaire et  
développement de compétences chez  
les jeunes du niveau secondaire**



### 3. Que sont les activités Éclairs de Génie ?

Nous sommes conscients de l'importance des sciences et des technologies dans notre société et du rôle que joue l'enseignant dans l'évolution et l'apprentissage scientifique des élèves. Nous savons également à quel point il est difficile pour l'enseignant de capter et de conserver l'intérêt de ses élèves tout au long de l'année scolaire. C'est en partie pour cette raison que les activités *Éclairs de Génie* ont été développées. Elles sont des outils pédagogiques qui permettront à l'enseignant de compléter son cours théorique par une activité scientifique.

Les activités *Éclairs de Génie* sont classées selon trois niveaux de difficulté, qui ne sont pas nécessairement reliés aux niveaux académiques. Pour la plupart des activités, l'enseignant est selon nous la personne la mieux éclairée pour juger du niveau le mieux adapté à sa classe. Ce sujet sera abordé plus en détails lors de la description des activités *Grand faiseur*, *petit génie* et *Grand penseur*, *petit génie*.

#### Avantages des activités Éclairs de génie

- Elles font connaître, de façon interactive, le rôle de l'ingénieur tant dans le domaine de la conception et de la fabrication de produit que dans les domaines moins traditionnels du génie.
- Elles permettent aux élèves de mettre à profit plusieurs valeurs importantes du marché du travail, soit la créativité, le travail d'équipe, la résolution de problèmes, etc.
- Elles permettent de comprendre quelques principes importants du marché du travail. Par exemple, les idées les plus simples sont parfois les meilleures.

La conception et la fabrication de produits sont certes des concepts très importants au sein du projet ISPAJES. Toutefois, nous croyons que certains autres aspects de la profession d'ingénieur pourraient également intéresser plusieurs élèves. Mentionnons entre autres la gestion humaine en entreprise, la gestion de l'automatisation et celle de l'informatisation. C'est pour cette raison que les activités *Éclairs de Génie* comportent deux volets. Les activités *Grand faiseur*, *petit génie* sont plus techniques et orientées vers la production et la fabrication. Les activités *Grand penseur*, *petit génie* sont plutôt à caractère cognitif, axées sur le travail de gestion et de planification.

#### Étapes

La réalisation d'une activité Éclairs de Génie comporte cinq étapes.

1. Présentation de l'activité : La mise en situation, le principe scientifique et son fonctionnement, le but du projet, les étapes à suivre, les règlements et les conditions à respecter, les contraintes de modélisation et les critères d'évaluation.
2. Conception du prototype.
3. Production du prototype.



4. Présentation du prototype : Un ou deux membres de chaque équipe de travail seront choisis pour présenter le prototype au reste du groupe. La présentation est en quelque sorte la promotion du prototype de chaque équipe (Marketing).
5. Évaluation du prototype et du travail accompli.

Pour ce qui est des activités Éclairs de Génie dans les classes du 3<sup>e</sup> secondaire partenaires au projet ISPAJES, la classe sera divisée en deux ou trois groupes de travail. Ainsi, l'évaluation et la conclusion des activités introduiront les notions de planification du travail, d'organisation du travail, de créativité et de communications. Les activités Éclairs de Génie offertes à tout autre niveau scolaire secondaire partenaire ou non au projet ISPAJES auront en générale deux formes d'évaluation : la forme coopérative où chaque prototype est évalué selon les critères d'évaluation ou la forme compétitive basée sur des critères d'évaluation et les résultats d'une compétition entre les équipes.

## **Éclairs de génie vs l'entreprise**

Les contraintes régissant les activités *Éclairs de Génie* sont le reflet des réalités en industrie et leur présence viendra organiser, encadrer et structurer le travail des élèves. Ceux-ci seront exposés à des contraintes semblables à celle rencontrées par les ingénieurs en entreprise.

### **Le travail d'équipe**

Les élèves seront séparés en groupes de travail par leur enseignant. En industrie, le travail d'équipe est essentiel au bon fonctionnement des opérations, et on n'a pas toujours l'opportunité de choisir nos coéquipiers. Une bonne partie des tâches d'un ingénieur est réalisée en groupe de travail. Les élèves devront donc apprendre à gérer et à organiser les tâches à accomplir.

### **La concurrence**

La concurrence est une réalité du marché d'aujourd'hui. La performance du produit n'est pas le seul aspect important. En plus d'être le plus efficace, le produit doit être original. Tout comme en entreprise, les élèves devront construire un prototype innovateur ou développer une solution innovatrice.

### **Les délais de réalisation**

Une durée précise sera allouée à la réalisation de l'activité *Éclairs de Génie*. En industrie, le temps accordé pour la fabrication d'un produit ou la gestion d'un projet est très important. Lorsqu'une compagnie ne réalise pas le projet industriel pour lequel elle a été engagée dans les délais prévus au contrat, des sanctions sévères peuvent être appliquées.

### **Les contraintes physiques et matérielles**

Le matériel nécessaire à la réalisation des activités *Grand faiseur, petit génie* sera fourni et limité par le budget associé. De même, des contraintes liées à l'environnement physique seront à la



base des activités *Grand penseur, petit génie*. L'ingénieur est également contraint par les matériaux disponibles, le site d'un projet et les coûts de production. Par ailleurs, l'industrie d'aujourd'hui étant de plus en plus conscientisée aux problèmes environnementaux, des matériaux recyclés pourront être utilisés pour les activités *Grand faiseur, petit génie*.

### **Le remue-méninges**

Le remue-méninges est un outil de travail de plus en plus utilisé dans l'industrie. On y procède souvent au début d'un projet. Il sert à imaginer le plus grand nombre de solutions possible à un problème donné. La façon de procéder est la suivante : un certain nombre de personnes doivent s'efforcer de répondre à une question simple résumant le problème. Elles énoncent tout ce qui leur passe par la tête, même les idées les plus farfelues. Pendant ce temps, un membre de l'équipe prend en note toutes les solutions des autres. La clef d'un remue-méninges efficace est la spontanéité. On ne doit donc pas y consacrer beaucoup de temps. Évidemment, une certaine quantité du matériau généré est toujours inutilisable. Mais beaucoup de solutions intéressantes peuvent être obtenues par association d'idées.

### **Matériaux**

Le matériel nécessaire pour la réalisation des activités Éclairs de Génie sera fourni et sera limité par le budget associé. L'ingénieur en industrie est également contraint par les matériaux disponibles et les coûts de production. Aujourd'hui, l'industrie est de plus en plus conscientisée aux problèmes environnementaux, donc des matériaux recyclés pourront être utilisés pour les activités.

### **Idées de matériel supplémentaire**

#### **Les matériaux de construction**

- Aimants
- Assiettes de carton
- Balles de ping pong
- Bâtons de popsicle
- Billes
- Bouchons de liège
- Cartons
- Contenants recyclés (2 L de liqueur)
- Coudes de plomberie en PVC
- Crochets
- Cure-dents
- Entonnoirs
- Goujons de bois
- Grillage d'aluminium



- Pailles
- Petits rouleaux à peinture
- Planches de bois
- Plaques de liège
- Plaques de métal
- Pois séchés
- Rouleaux d'essuie-tout
- Sacs de toutes sortes
- Styromousse
- Tiges de bois
- Tiges de métal
- Tissus
- Tuyaux de cuivre
- Tuyaux de plastique
- Ustensiles de plastique
- Verres de plastique

### **Les liants**

- Attaches de nylon
- Attaches de sacs à poubelle
- Broches
- Colle à bois
- Colle chaude
- Collets
- Corde
- Épingles à linge
- Pâte à modeler
- Pincettes à document
- Punaises
- Rouleau de ficelle
- Roulettes de ruban adhésif
- Trombones
- Vis, écrous, boulons et clous



### **Les outils**

- Brocheuse
- Ciseaux
- Crayons de plomb HB
- Gommages à effacer
- Marteaux
- Règle de 30 cm
- Tournevis

### **Les sources d'énergie**

- Ballons gonflables
- Poulies
- Trappes à souris
- Élastiques



#### **4. Grand faiseur, petit génie**





## Tout ce que vous avez besoin de savoir

Les activités *Grand faiseur*, *petit génie* ont toutes pour but de faire construire aux élèves un prototype satisfaisant des besoins spécifiques. On leur propose, par le biais d'une Fiche de l'élève, de suivre les grandes étapes de la démarche utilisée en ingénierie pour la conception et la fabrication.

### Niveaux de difficulté

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'enseignant peut déterminer lui-même quelle activité convient le mieux à sa classe. Nous nous permettons toutefois d'émettre une suggestion. Les activités *Le lancer du poids* et *Le saut en hauteur* du niveau 1 peuvent être considérées comme des parties d'autres activités du niveau 3, soit *L'ascenseur* et *Le convoyeur*. Dans ce cas, nous suggérons de réaliser, dans une même classe, les premières activités comme préparation aux secondes. Les élèves ayant déjà expérimenté une activité simple retirent alors plus de bénéfices d'une activité de niveau 3. De plus, l'enseignant parvient ainsi à garder un meilleur contrôle sur le déroulement de l'activité.

### Déroulement

La réalisation d'une activité *Grand faiseur*, *petit génie* comporte cinq étapes :

1. Présentation de l'activité : La mise en situation, le but du projet, les étapes à suivre, les règlements et les conditions à respecter, les contraintes de modélisation et les critères d'évaluation. Explication de ce qu'est un remue-ménages.
2. Conception du prototype. À cette étape-ci, les élèves, en équipes de 4 à 5 personnes, suivent les étapes définies sur leur feuille de travail. **Lors de précédentes expériences, il a été observé que si on laisse les élèves manipuler le matériel durant la conception, ils ont tendance à travailler individuellement à tenter de construire un prototype. On suggère donc de seulement leur permettre de regarder le matériel durant cette étape. Ceci favorise le travail d'équipe et la conception à proprement parler.**
3. Fabrication du prototype.
4. Présentation du prototype : un ou deux membres de chaque équipe de travail seront choisis pour présenter le prototype au reste du groupe. La présentation est en quelque sorte la promotion du prototype de chaque équipe (marketing).
5. Évaluation du prototype et/ou retour sur le travail accompli.

Le but de la dernière étape (l'évaluation et la conclusion des activités) est d'introduire les notions de planification et d'organisation du travail, de créativité et de communications à l'intérieur d'une équipe.

### Règlements et conditions

Les règlements qui régissent les activités *Grand faiseur*, *petit génie* reflètent certaines réalités de l'entreprise. Ces contraintes viennent structurer et encadrer l'activité.



- Des groupes de travail sont préalablement formés par l'enseignant. Chaque groupe comprend 4 à 5 personnes
- Le temps alloué à la conception et à la production du prototype est déterminé par l'enseignant. Nous suggérons 15 minutes pour la présentation de l'activité, 25 minutes de conception, 25 minutes de production et 10 minutes de présentation par les équipes.
- Les élèves doivent suivre les étapes spécifiées sur la Fiche de l'élève. Le respect de la méthodologie proposée n'est pas sujet à évaluation mais facilite grandement le travail.
- Le prototype doit respecter toutes les contraintes de modélisation.
- La présentation du prototype est faite par un ou deux membre(s) de l'équipe de travail. Aucune intervention des autres membres n'est permise lors de la présentation.

### Critères d'évaluation

Nous suggérons deux types d'évaluation : la forme coopérative où chaque prototype est évalué selon des critères d'évaluation et la forme compétitive basée sur des critères d'évaluation et les résultats d'une compétition entre les équipes. Nous proposons une grille d'évaluation que l'enseignant peut utiliser s'il adopte la première méthode. Il peut modifier les critères utilisés tout comme les règlements et conditions pour adapter l'évaluation à ses besoins ou à ceux de sa classe. L'expérience nous a montré que ces règlements sont pertinents mais l'enseignant demeure le mieux placé pour juger du contexte de sa classe.

<b>Critères d'évaluation</b>	<b>Pondération</b>
<b>Efficacité</b> Ça marche ou non !	30%
<b>Originalité</b> Idées surprenantes, qui sortent de l'ordinaire	25%
<b>Travail d'équipe</b> Moyens utilisés pour fonctionner en équipe et résoudre les problèmes	20%
<b>Apparence</b> Esthétisme, couleurs, uniformité, souci de la finition	15%
<b>Temps d'exécution</b> Le plus vite possible	10%
<b>Total</b>	100%

La compétition est aussi un moyen pertinent d'évaluer le travail accompli par chacune des équipes. Pour cette raison, certaines activités *Grand faiseur*, *petit génie* comportent des propositions relatives à ce type d'évaluation.

### Matériel

La liste suivante s'applique à toutes les activités *Grand faiseur*, *petit génie*. Le matériel proposé est suffisant pour une classe de 24 à 30 élèves.



<b>Matériel</b>	<b>Quantité</b>
<b>Liants</b>	
Roulettes de ruban adhésif	2
Attaches de nylon	6
Tubes de colle	6
Éponges	2
Épingles à linge	2
Rouleau de ficelle	1
<b>Outils</b>	
Crayons de plomb HB	2
Ciseaux	6
Règle de 30 cm	1
Gommes à effacer	2
<b>Sources d'énergie et transmission de l'énergie</b>	
Sac d'élastiques	1
Trappe à souris	1
Ballon gonflable	1
<b>Matériaux de construction</b>	
Petits rouleaux à peinture	2
Verres de plastique	5
Bâtons de popsicle	10
Sacs «Ziploc »	5
Pailles	10
Cartons de construction en feuille	3
Pinces à document	4
Balles de ping pong	4
Assiettes de carton	5
Trombones	5
Contenant de 2 L de boisson gazeuse	1

Des modifications à cette liste peuvent aisément être apportées par l'enseignant. Toutefois, les ajouts ne devraient consister qu'en des éléments simples (aucun moteur ou appareil) et il est important qu'ils ne soient pas effectués durant l'activité. De plus, une liste supplémentaire de matériel spécifique est proposée pour chaque activité. Enfin, le tableau suivant fournit des idées d'éléments pouvant être ajoutés par l'enseignant.

<b>Idées de matériel supplémentaire</b>
<b>Liants</b>
Aimants
Attaches de sacs à poubelle
Boulons et écrous



Broches
Clous
Colle à bois
Colle chaude
Collets
Pâte à modeler
Pinces à documents
Punaises
Trombones
<b>Outils</b>
Brocheuse
Marteau
Tournevis
<b>Sources d'énergie et transmission de l'énergie</b>
Poulie
<b>Matériaux de construction</b>
Billes
Bouchons de liège
Cartons
Cartons de lait
Coudes de plomberie en PVC
Crochets
Cure-dents
Entonnoirs
Goujons de bois
Grillage d'aluminium
Planches de bois
Plaques de liège
Plaques de métal
Rouleaux d'essuie-tout
Sacs de toutes sortes
Styromousse
Tiges de bois
Tiges de métal
Tissus
Tuyaux de cuivre
Tuyaux de plastique
Ustensiles de plastique



**La Lettre**  
**Niveau de difficulté 1**

## La Lettre – Fiche de l’enseignant

### Mise en situation



Jadis, les Indiens communiquaient d’un village à l’autre à l’aide de signaux de fumée. Par la suite, le télégraphe fut inventé et le téléphone suivit. Aujourd’hui, l’informatisation ouvre de nouveaux horizons. Les communications se font de plus en plus par courrier électronique et par télécopie. Mais malgré tous ces développements technologiques, une forme de communication demeure l’une des plus utilisées : la lettre.

### Principe et fonctionnement

Le fonctionnement du service postal consiste en une succession d’étapes indépendantes. Une personne dépose une lettre dans une boîte postale. Cette lettre est acheminée vers l’usine de tri. Finalement elle est remise au destinataire selon son lieu de résidence après un voyage par camion, bateau ou par avion. Afin de minimiser la durée du voyage de la lettre, on a divisé le pays en régions de tri et d’acheminement. Chacune de ces régions est responsable d’un volume de courrier équivalent. Pour la livraison, on a ensuite jumelé des régions pour former des territoires. Chaque territoire est divisé en secteurs desservis par autant de facteurs à qui on attribue plusieurs unités de livraison.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de reproduire une communication par la poste en simulant les différents modes de transport du courrier postal.

### Contraintes de modélisation

Le prototype avec lequel on voudra modéliser le service postal devra franchir dans l’ordre les étapes suivantes, qui représentent les trois méthodes de transport (terrestre, naval et aérien) :

3. **La Terre** : Au point de départ un des membres de l’équipe doit déposer une lettre dans le véhicule terrestre conçu par l’équipe. Il actionne ensuite le mode de propulsion. Une poussée initiale est tolérée. La lettre ne doit pas toucher le sol. Le véhicule terrestre doit franchir 1.5 m (mètre) sans intervention humaine avant d’arriver à la deuxième étape. Une deuxième poussée est permise si le véhicule ne franchit pas cette distance, mais cela entraînera une perte de points.

2. **L'eau** : Lorsque le véhicule terrestre a franchi la distance de la première étape, le deuxième membre de l'équipe récupère la lettre, l'insère dans le véhicule marin et dépose celui-ci à la ligne de départ. Le véhicule marin doit à son tour franchir 1.5 m. Tous les modes de propulsion sont permis, mais le membre de l'équipe affecté à cette étape ne doit pas toucher le véhicule et il doit demeurer derrière la ligne de départ.
  
3. **Les airs** : Une fois que la lettre a franchi la distance de la deuxième étape, un membre de l'équipe la récupère et l'insère dans le véhicule aérien. Elle doit encore une fois franchir 1.5 m de distance horizontale par la voie des airs sans intervention humaine. Ceci signifie que le véhicule transportant la lettre ne doit pas toucher le sol (un téléphérique serait accepté). Et tout comme à la première étape, une poussée initiale est tolérée.

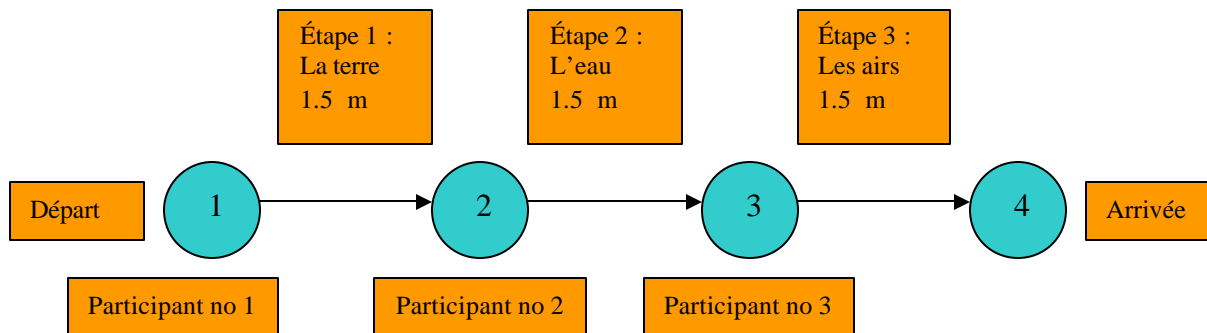
Puisque le transport de courrier modélisé est un service de qualité, la lettre transportée ne doit en aucun cas être abîmée, altérée, pliée ou mouillée. Les dimensions du bac à eau peuvent être réduites au besoin. Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

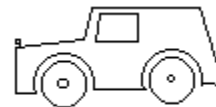
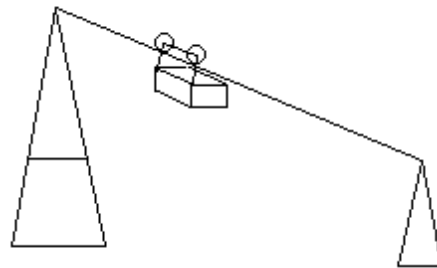
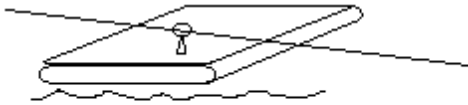
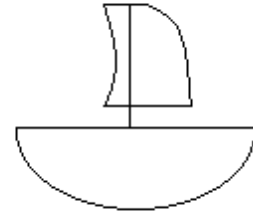
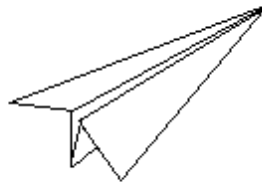
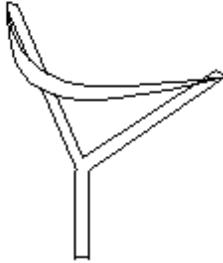
Éléments spécialisés	
Enveloppes	3
Bac à eau	1
Chaise	1

Cette activité nécessite un bac à eau de grandes dimensions. S'il n'est pas disponible ou que les contraintes liées à son utilisation ne conviennent pas à l'enseignant, l'étape navale peut tout simplement être omise.

**Schéma de déplacement**



**Exemples de solutions**







## La Lettre – Fiche de l'élève

Le prototype avec lequel on voudra modéliser le service postal doit franchir dans l'ordre les étapes suivantes, qui représentent les trois méthodes de transport.

1. **La Terre** : Au point de départ un des membres de l'équipe dépose une lettre dans un véhicule terrestre, puis il actionne le mode de propulsion. Une poussée initiale est tolérée. La lettre ne doit pas toucher le sol. Le véhicule terrestre doit franchir 1,5 mètre avant d'arriver à la deuxième étape. Une deuxième poussée est permise si le véhicule ne franchit pas cette distance.
2. **L'eau** : Lorsque le véhicule terrestre a franchi la distance de la première étape, le deuxième membre de l'équipe récupère la lettre, l'insère dans le véhicule marin et les dépose à la ligne de départ. Le véhicule marin doit à son tour franchir 1,5 mètre. Tous les modes de propulsion sont permis, mais le membre de l'équipe affecté à cette étape ne doit pas toucher le véhicule et il doit demeurer derrière la ligne de départ.
3. **Les airs** : Une fois que la lettre a franchi la distance de la deuxième étape, un membre de l'équipe la récupère et l'insère dans le véhicule aérien. Elle doit encore une fois franchir 1,5 mètre de distance horizontale par la voie des airs sans intervention humaine. Ceci signifie que le véhicule transportant la lettre ne doit pas toucher le sol. Une poussée initiale est tolérée.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>La lettre</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.



**Remue-méninges**

Ce qu'on pourrait faire.

**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.



**Le Lancer du poids  
Niveau de difficulté 1**

## Le Lancer du poids – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation



Tout le monde a déjà entendu les noms de Bruny Surin et de Donovan Bailey, tous deux médaillés d'or en athlétisme aux jeux olympiques d'Atlanta. Il existe également en athlétisme d'autres disciplines telles que les lancers du poids et du disque, le saut en longueur et le saut en hauteur. Nous porterons notre attention plus précisément sur le lancer du poids, une discipline qui s'est beaucoup améliorée grâce à l'étude des trajectoires.

### Principe et fonctionnement

Le principe consiste en la projection d'une masse à un point le plus éloigné possible. En dépit de la simplicité de cette discipline, le lanceur doit respecter certaines règles rigoureusement établies. Il doit par exemple demeurer en tout temps à l'intérieur du cercle. Ces règlements font du lancer du poids un sport plus compliqué qu'il n'en a l'air.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de modéliser le principe et le fonctionnement du lancer du poids.

### Contraintes de modélisation

Le prototype avec lequel on veut modéliser le lancer du poids doit franchir, dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Insertion du poids** : Un membre du groupe de travail installe le poids sur le prototype et procède à tous les ajustements nécessaires. Le prototype doit être placé derrière une ligne tracée sur le sol. On ne doit pas franchir cette ligne lors des lancers.
2. **Lancer du poids** : Une fois le poids installé, un membre du groupe déclenche le prototype. Le déclenchement du mécanisme peut se faire à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée.

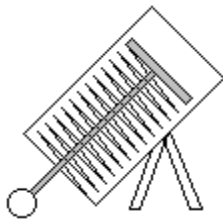
Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

Lorsque cette activité se déroulera sous la forme d'une compétition de lancer du poids entre les équipes, l'évaluation se fera selon les critères d'évaluation et selon la distance maximale franchie. L'équipe gagnante sera celle dont le prototype aura franchi la plus longue distance.

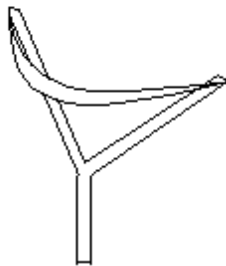
**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Pochette de riz (représente le poids)	1
Chaise	1

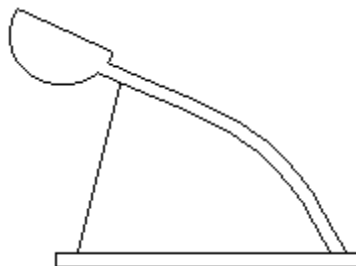
**Exemples de solutions**



Le Canon



La Fronde



La Catapulte



## Le Lancer du poids – Fiche de l'élève

Le prototype avec lequel on modélise le service postal doit franchir dans l'ordre les étapes suivantes, qui représentent les trois méthodes de transport.

1. **Insertion du poids** : Un membre du groupe de travail installe le poids sur le prototype et procède à tous les ajustements nécessaires. Le prototype doit être placé derrière une ligne tracée sur le sol. Cette ligne ne doit pas être franchie lors des lancers.
2. **Lancer du poids** : Une fois le poids installé, un membre du groupe déclenche le prototype. Le déclenchement du mécanisme peut se faire à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>Le lancer du poids</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.



**Le Saut en hauteur**  
**Niveau de difficulté 1**



## Le Saut en hauteur – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation



Tout le monde a déjà entendu les noms de Bruny Surin et de Donovan Bailey, tous deux médaillés d'or en athlétisme aux jeux olympiques d'Atlanta. Il existe également en athlétisme d'autres disciplines telles que les lancers du poids et du disque, le saut en longueur et le saut en hauteur. Nous porterons notre attention plus précisément sur le saut en hauteur.

### Principe et fonctionnement

Lors de cette épreuve, l'athlète prend un élan pour effectuer un saut qui lui permet de franchir une barre préalablement fixée à la hauteur voulue. Des matelas viennent amortir la chute du sauteur pour éviter les blessures.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de modéliser le principe et le fonctionnement de l'épreuve d'athlétisme du saut en hauteur.

### Contraintes de modélisation

Le prototype avec lequel on voudra modéliser le saut en hauteur devra franchir dans l'ordre les étapes suivantes, qui représentent les trois principes de base de cette discipline :

1. **Projection** : Une balle modélisera l'athlète. Elle sera donc insérée, dans un premier temps, dans le mécanisme de propulsion par un membre du groupe de travail qui actionnera ensuite ce mécanisme. Il n'y a aucune distance déterminée entre la barre et le mécanisme de propulsion. Le déclenchement du mécanisme pourra se faire à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée.
2. **Passage de la barre** : La balle ainsi projetée devra franchir la barre située à une hauteur de 50 cm.
3. **Réception** : Une fois que la balle aura franchi la hauteur voulue, elle devra être récupérée de l'autre côté sans intervention humaine et sans qu'elle ne touche le sol. Le dispositif de récupération devra servir de filet ou de matelas et sera situé à 25 cm de la barre.

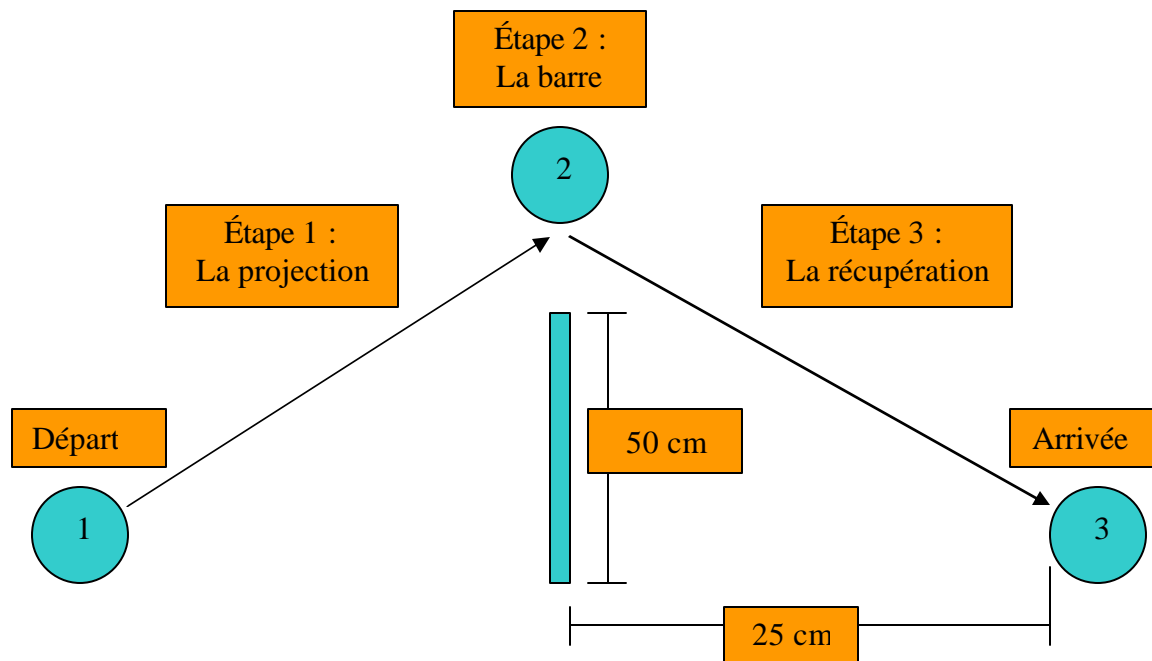
Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

Lorsque cette activité se déroulera sous la forme d'une compétition de saut en hauteur entre les équipes, l'évaluation se fera selon les critères d'évaluation et selon la hauteur maximale franchie. L'équipe gagnante sera celle dont le prototype aura franchi la barre la plus haute. Chaque équipe aura droit à trois essais pour chaque hauteur. Pour passer à la hauteur suivante elle devra avoir franchi la précédente. Dans l'éventualité où deux équipes atteindraient la même hauteur maximale, le nombre d'essais pour la hauteur précédente est le critère de partage.

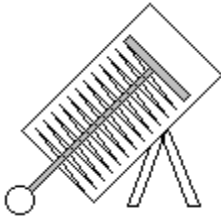
**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Petite poche de riz (représente le sauteur)	1
Chaise	1

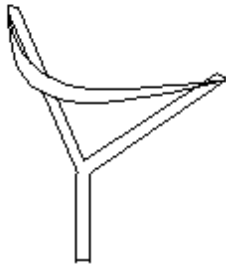
**Schéma de déplacement**



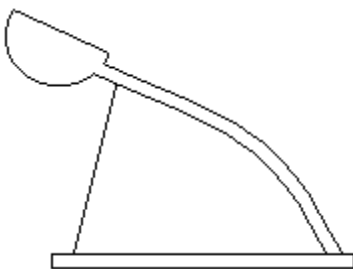
**Exemples de solutions**



Le Canon



La Fronde



La Catapulte



## Le saut en hauteur – Fiche de l'élève

Le prototype avec lequel on modélise le saut en hauteur doit franchir dans l'ordre les étapes suivantes, qui représentent les trois principes de base de cette discipline :

1. **Projection** : Une balle modélise l'athlète. Elle est donc insérée, dans un premier temps, dans le mécanisme de propulsion. Un membre du groupe de travail actionne ensuite ce mécanisme. Il n'y a aucune distance déterminée entre la barre et le mécanisme de propulsion. Le déclenchement du mécanisme se fait à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée.
2. **Passage de la barre** : La balle ainsi projetée doit franchir la barre située à une hauteur de 50 cm.
3. **Réception** : Une fois que la balle a franchi la hauteur voulue, elle doit être récupérée de l'autre côté sans intervention humaine et sans qu'elle ne touche le sol. Le dispositif de récupération doit servir de filet ou de matelas et est situé à 25 cm de la barre.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>Le saut en hauteur</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.

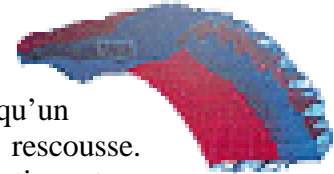


**Le Parachute**  
**Niveau de difficulté 2**

## Le Parachute – Fiche de l’enseignant

### Mise en situation

L’avion a permis à l’homme de voler mais qu’arrive-t-il lorsqu’un avion tombe en panne ? C’est alors que le parachute vient à la rescousse. Aujourd’hui, le parachutisme est très populaire et plusieurs personnes pratiquent ce sport en toute sécurité. Cela n’a pas toujours été le cas. Léonard de Vinci fut l’un des premiers à penser au parachute, sans toutefois développer son idée.



### Principe et fonctionnement

Le parachute utilise la résistance de l’air pour ralentir la chute d’un objet quelconque. Cet objet peut être un être humain.



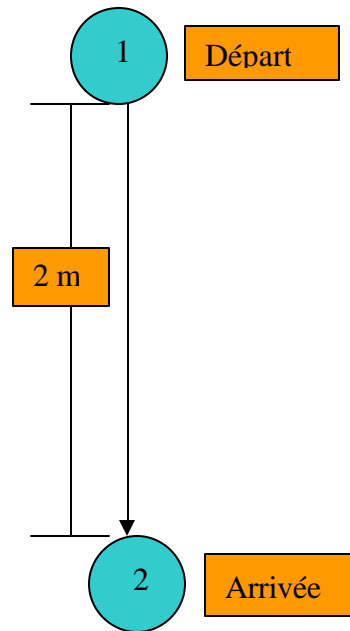
### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en modélisant le principe et le fonctionnement d’un parachute.

### Contraintes de modélisation

Un œuf cru représentera le parachutiste. Sa construction comprendra le parachute lui-même et le harnais pour le parachutiste. Ce harnais devra servir de protection pour l’œuf lors un éventuel contact avec le sol. Une fois que les équipes auront terminé la construction de leur prototype, ils pourront le tester au-dessus du bac d’essais. La démonstration débutera lorsque les tests seront terminés. Pour la démonstration, le parachutiste sera lâché d’une hauteur de 2 mètres. Si l’œuf ne présente aucune fissure apparente, alors la démonstration sera considérée comme réussie. Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d’un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations.

**Schéma de déplacement**

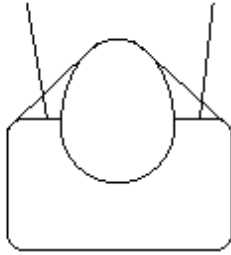


**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Œufs crus (représentent le parachutiste)	12
Chaise	1

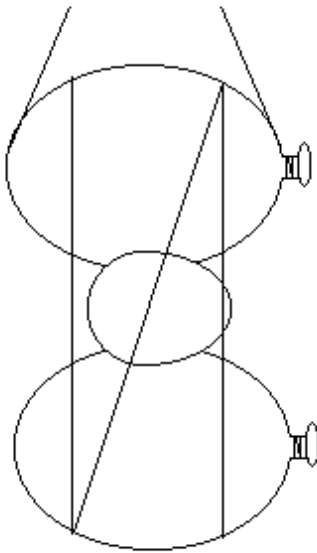


**Exemples de solutions**

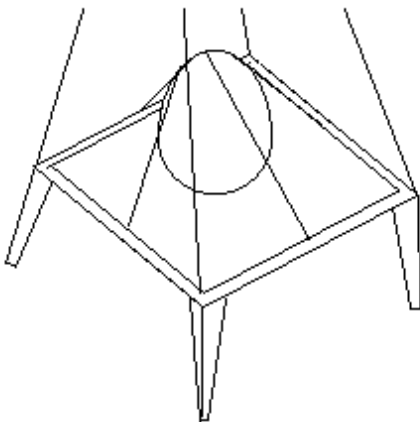


Le parachute peut être fait d'une assiette de carton, d'un sac ou de papier.

Le harnais de sécurité peut être fait d'un morceau d'éponge protégeant l'œuf.



Le harnais de sécurité peut être également fait de deux ballons gonflés attachés de chaque côté de l'œuf.



Le harnais de sécurité peut être également fait d'une trampoline sur lequel l'œuf est fixé.



## **Le Parachute – Fiche de l'élève**

Un œuf cru représente le parachutiste. Sa construction comprend le parachute lui-même et le harnais pour le parachutiste. Ce harnais servira de protection pour l'œuf lors un éventuel contact avec le sol. Une fois que les équipes ont terminé la construction de leur prototype, elles peuvent le tester au-dessus du bac d'essais. La démonstration débute lorsque les tests sont terminés. Pour la démonstration, le parachute est lâché d'une hauteur de 2 mètres. Si l'œuf ne présente aucune fissure apparente, alors la démonstration est considérée comme réussie. Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>Le parachute</b> <b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.



**Le Titanic**  
**Niveau de difficulté 2**

## Le Titanic – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation



On disait du Titanic qu'il était insubmersible. L'histoire a malheureusement démontré le contraire. Encore aujourd'hui, le transport maritime occupe une place importante sur le marché de l'importation et de l'exportation. Il existe ainsi des bateaux de croisière, mais aussi des pétroliers, des chalutiers et des cargos.

### Principe et fonctionnement

La flottaison des navires est une caractéristique essentielle. Voilà pourquoi des tests doivent être effectués pour vérifier la capacité des navires.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en modélisant un bateau et en effectuant des tests de flottaison pour cette embarcation.

### Contraintes de modélisation

Chaque équipe construira un bateau. Une fois la construction terminée, ce dernier sera déposé dans un bassin d'eau et les tests pourront commencer. Le but de la période de test est d'atteindre la capacité de charge maximale du prototype. Donc, à la première étape, un membre du groupe de travail déposera sur le navire une charge de  $5 \times 0.01\$$  (5 cents). Si le prototype ne coule pas après 2 secondes, il aura alors passé le test. Le groupe de travail ajoutera ainsi successivement des charges de  $5 \times 0.01\$$  jusqu'à ce que le prototype ne passe pas le test. La charge du dernier test réussi sera considérée comme la capacité maximale de charge du prototype. Le bateau devra avoir comme seul appui la surface de l'eau, c'est-à-dire qu'aucun contact avec les parois du bassin ne sera permis.

Une pause de une minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupe de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

Lorsque cette activité se déroulera sous la forme d'une compétition entre les équipes, l'évaluation se fera selon les critères d'évaluation de même que la capacité maximale de flottaison des prototypes. En cas d'égalité, le critère déterminant sera la taille de l'embarcation car plus un bateau est petit et meilleure est sa conception.



**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Cents (sous noirs)	Environ 500
Chaise	1



## **Le Titanic – Fiche de l'élève**

Chaque équipe construit un bateau. Une fois la construction terminée, ce dernier est déposé dans un bassin d'eau et les tests peuvent commencer. Le but de la période de test est d'atteindre la capacité de charge maximale du prototype. Donc, à la première étape, un membre du groupe de travail dépose sur le navire une charge de 5 x 0.01\$ (5 cents). Si le prototype ne coule pas après 2 secondes, il a alors passé le test. Le groupe de travail ajoute ainsi successivement des charges de 5 x 0.01\$ jusqu'à ce que le prototype ne passe pas le test. La charge du dernier test réussi est considérée comme la capacité maximale de charge du prototype. Le bateau doit avoir comme seul appui la surface de l'eau, c'est-à-dire qu'aucun contact avec les parois du bassin n'est permis.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>Le Titanic</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.





**L'Avion-citerne**  
**Niveau de difficulté 3**

## L'Avion-citerne – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation



Le CL 215 est un avion-citerne. Lors d'un feu de forêt, les méthodes conventionnelles pour combattre les incendies ne fonctionnent pas, car souvent le terrain est beaucoup trop accidenté pour qu'un camion puisse se rendre jusqu'au site attaqué. Le CL 215 est un avion conçu au Québec et reconnu mondialement pour son efficacité. Aujourd'hui c'est son petit frère, le CL 415, qui combat les incendies.

### Principe et fonctionnement

En effleurant la surface d'un lac, l'avion-citerne récupère en plein vol une certaine quantité d'eau qu'il largue ensuite au-dessus du feu à éteindre. Le principe de la récupération d'objet en plein vol n'est pas très complexe, mais son fonctionnement l'est beaucoup plus.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en modélisant le principe et le fonctionnement d'un avion citerne.

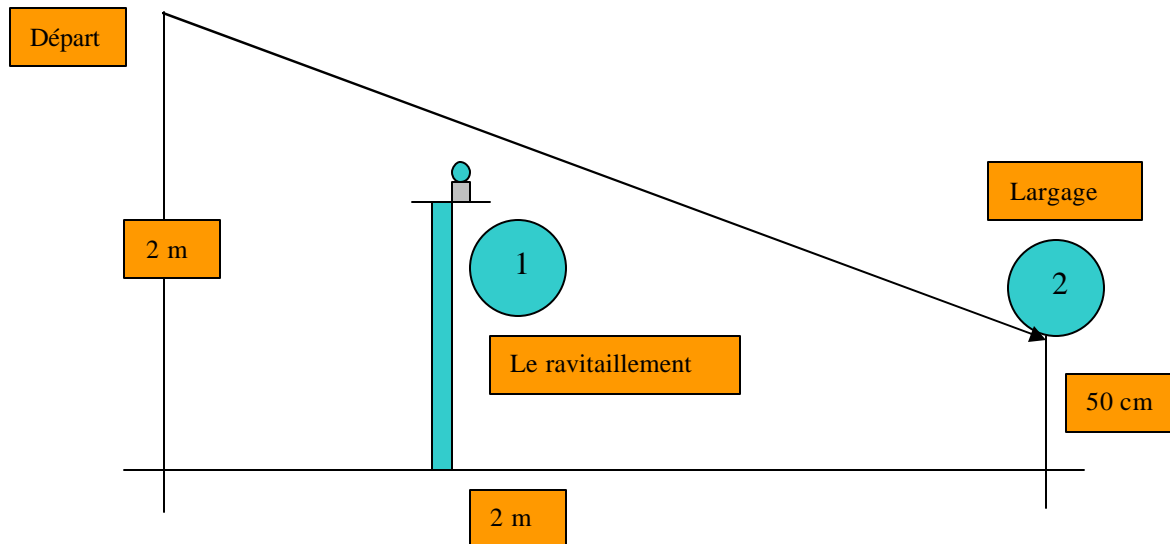
### Contraintes de modélisation

Le prototype à l'aide duquel on voudra modéliser le fonctionnement d'un avion-citerne devra franchir dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Ravitaillement** : Au point de départ, l'avion-citerne sera fixé au fil du téléphérique (On se sert de ce principe pour modéliser le vol car un vol réel serait trop complexe). Un membre de l'équipe relâche l'avion. Celui-ci devra descendre le long du fil. Avant de parvenir à la seconde étape, l'avion devra récupérer en plein vol un objet qui se trouvera sur un plateau à environ 15 centimètres de sa trajectoire. La première étape se déroulera sans intervention humaine. L'endroit exact du ravitaillement est laissé à la discrétion de l'enseignant.
2. **Largage** : Une fois que l'avion citerne aura récupéré sa cargaison, il poursuivra sa course jusqu'à l'étape suivante. Lors du contact avec le bloc d'arrêt, l'avion devra automatiquement larguer sa cargaison. Certaines composantes pourront alors être aussi larguées.

Une pause d'une minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

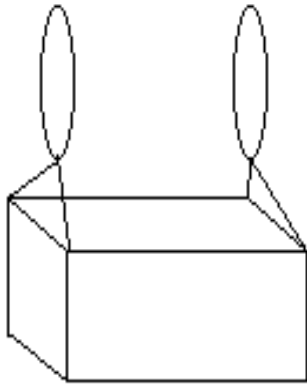
**Schéma de déplacement**



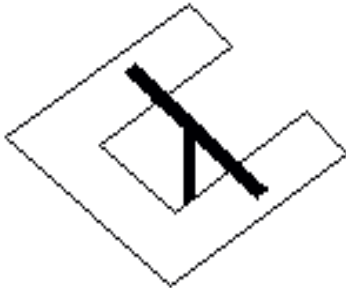
**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Objet pour ravitaillement	1
Chaise	1

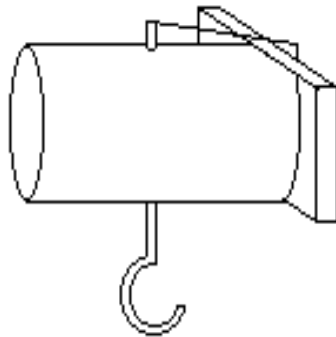
Exemples de solutions



La partie glissant sur le câble peut être un rouleau de papier, des trombones, des pinces à document ou des pailles.



Lorsque le ravitaillement est fait, le pied du crochet est poussé par l'impact vers le fond de la fourche. Et lorsque l'avion frappe le butoir d'arrêt, le pied du crochet glisse vers l'avant, sort de la fourche et la cargaison est larguée.



Le crochet est retenu par une corde qui fixée à une trappe à souris installée à l'avant. Lorsque l'avion frappe le butoir d'arrêt, la trappe à souris se déclenche et laisse tomber la corde, ce qui libère le crochet et la cargaison.



## L'Avion-citerne – Fiche de l'élève

Le prototype à l'aide duquel on modélise le fonctionnement d'un avion-citerne doit franchir dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Ravitaillement** : Au point de départ, l'avion-citerne est fixé au fil du téléphérique (On se sert de ce principe pour modéliser le vol car un vol réel serait trop complexe). Un membre de l'équipe relâche l'avion. Celui-ci doit descendre le long du fil. Avant de parvenir à la seconde étape, l'avion doit récupérer en plein vol un objet qui se trouve sur un plateau à environ 15 centimètres de sa trajectoire. La première étape se déroule sans intervention humaine. L'endroit exact du ravitaillement est laissé à la discrétion de l'enseignant.
2. **Largage** : Une fois que l'avion citerne a récupéré sa cargaison, il poursuit sa course jusqu'à l'étape suivante. Lors du contact avec le bloc d'arrêt, l'avion doit automatiquement larguer sa cargaison. Certaines composantes peuvent alors être aussi larguées.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>L'avion-citerne</b> <b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.

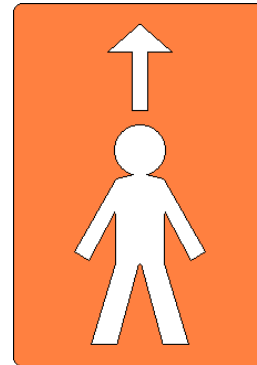


**L'Ascenseur**  
**Niveau de difficulté 3**

## L'ascenseur – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation

Jadis, lors des pèlerinages, l'ascension des marches vers le sanctuaire était en soit un acte de recueillement et d'humilité. Aujourd'hui, monter des marches est un acte essoufflant dont on se passerait bien. La paresse étant souvent la mère de l'invention, l'homme créa l'ascenseur.



### Principe et fonctionnement

Le principe de l'ascenseur consiste à déplacer verticalement une charge sur une distance prédéterminée. Cette distance peut être variable (plus de deux étages) ou fixe (deux étages). Mais si le principe de l'ascenseur est simple, son fonctionnement comporte plusieurs étapes. En effet, la charge doit tout d'abord pénétrer à l'intérieur de l'ascenseur. L'étage d'arrivée choisi, l'ascenseur doit ensuite monter ou descendre jusqu'à l'étage sélectionné et finalement, la charge doit sortir de l'ascenseur.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en modélisant le principe de fonctionnement d'un ascenseur.

### Contraintes de modélisation

Pour représenter correctement la modélisation, le prototype devra franchir dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Entrée de la bille** : Une fois déposée à un endroit de départ à l'extérieur de l'ascenseur, la bille devra entrer d'elle-même à l'intérieur sans intervention humaine, mis à part le positionnement de départ de la bille. Le lieu de départ de la bille devra se trouver à au moins 30 cm de l'ascenseur.
2. **Sélection de l'étage d'arrivée** : Le prototype devra posséder un choix de deux étages d'arrivée qui seront distancés de 25 cm. Ainsi votre prototype aura un rez-de-chaussée (départ de la bille) et deux autres étages d'arrivée. Le choix de l'étage d'arrivée sera pigé au hasard par un membre de votre équipe. Le déclenchement du mécanisme d'ascension de l'ascenseur ne pourra se faire qu'à l'aide d'une seule intervention humaine.
3. **Sortie de la bille** : Une fois rendue à l'étage d'arrivée, la bille devra sortir d'elle-même de l'ascenseur sans intervention humaine.

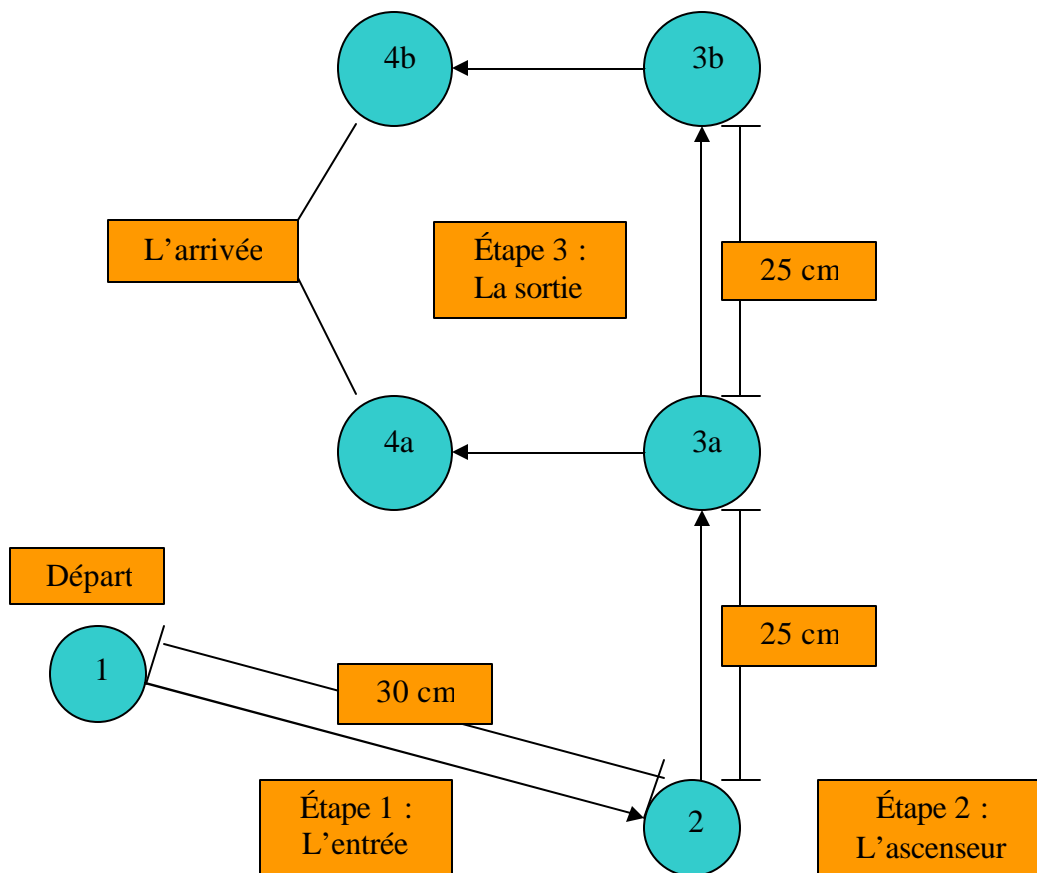


Aucune restriction n'est imposée quant à la forme de la trajectoire que suivra la bille. Une pause de 1 minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises, non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

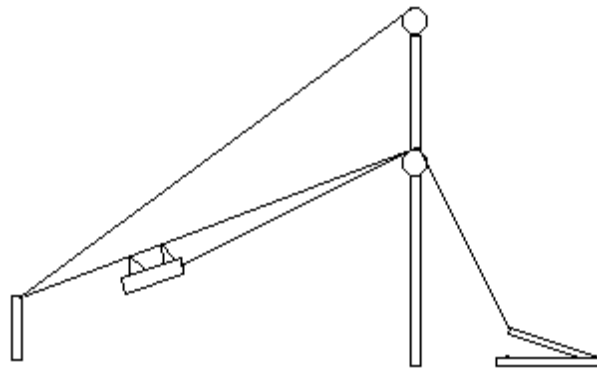
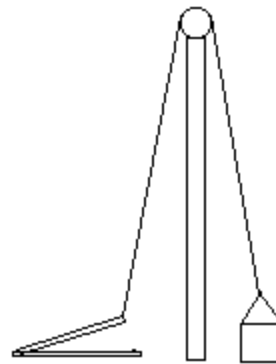
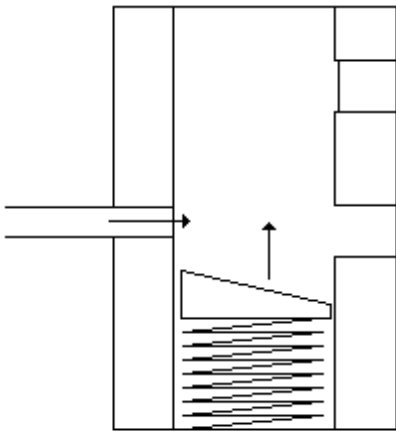
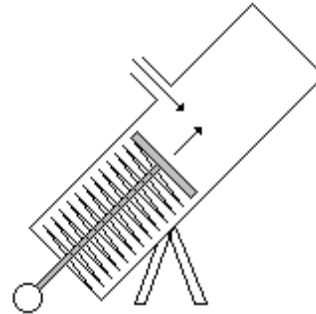
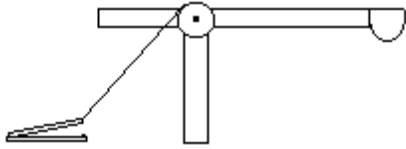
**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Bille	1
Chaise	1

**Schéma de déplacement**



**Exemples de solutions**





## L'Ascenseur – Fiche de l'élève

Pour représenter correctement la modélisation, le prototype doit franchir dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Entrée de la bille** : Une fois déposée à un endroit départ fixe à l'extérieur de l'ascenseur, la bille doit entrer d'elle-même à l'intérieur sans intervention humaine, mis à part le positionnement de départ de la bille. Le lieu de départ de la bille se trouve à au moins 30 cm de l'ascenseur.
2. **Sélection de l'étage d'arrivée** : Le prototype doit avoir le choix entre deux étages d'arrivée distancés de 25 cm. Ainsi, le prototype comprend un rez-de-chaussée (départ de la bille) et deux autres étages d'arrivée. Le choix de l'étage d'arrivée est pigé au hasard par un membre de l'équipe. Le déclenchement du mécanisme de montée de l'ascenseur se fait qu'à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée.
3. **Sortie de la bille** : Une fois à l'étage d'arrivée, la bille doit sortir d'elle-même de l'ascenseur sans intervention humaine.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>L'ascenseur</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.
<b>Remue-méninges</b> Ce qu'on pourrait faire.



**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.



**Le Convoyeur**  
**Niveau de difficulté 3**

## Le Convoyeur – Fiche de l’enseignant

### Mise en situation



Au Québec, l’industrie minière est très importante. Asbestos et Thetford Mines ne sont que deux exemples de villes basées principalement sur l’exploitation minière. Le développement technologique a grandement contribué à l’essor de cette industrie. En effet, au tout début, le minerai devait être transporté dans des chariots poussés par des hommes. Aujourd’hui, ce même travail est accompli par un convoyeur à minerai.

### Principe et fonctionnement

Dans le cas d’une mine souterraine (par opposition à une mine à ciel ouvert), le minerai est extrait au fond de la mine par des foreuses opérées par des hommes. Il est ensuite rassemblé au fond de la mine, dans des chariots qui sont ensuite déversés dans l’ascenseur à minerai qui acheminera ce dernier vers la surface. Lorsque cette étape est complétée, le minerai est déposé sur un convoyeur pour être acheminé à l’endroit voulu.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en modélisant le principe et le fonctionnement du transport du minerai dans les mines.

### Contraintes de modélisation

Cette activité *Éclairs de Génie* consiste à modéliser le principe et le fonctionnement du transport du minerai dans les mines. Ainsi, le prototype devra effectuer dans l’ordre les étapes suivantes :

1. **Rassemblement du minerai** : Au point de départ, un nombre déterminé de petites pierres seront déposées dans le chariot de départ. Celui-ci parcourra ensuite une pente de 50 cm horizontalement et de 5 cm verticalement. Au bout de la pente, le chariot devra se déverser dans l’ascenseur. Le chariot de départ ne sera pas propulsé, il peut être retenu par un membre du groupe de travail et être relâché une fois que toutes les pierres sont à l’intérieur. Le déversement du chariot au bout de la pente doit se faire sans intervention humaine.

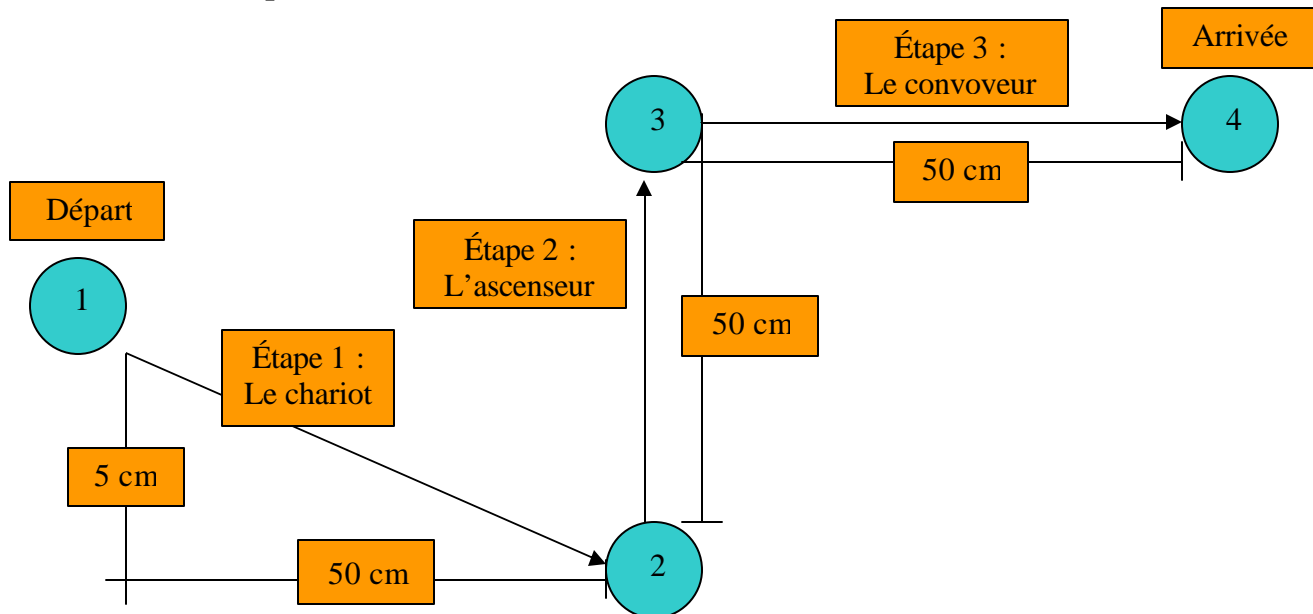
2. **Montée du minerai :** Une fois que le déversement du minerai à l'intérieur de l'ascenseur sera complété, un membre du groupe déclenchera la montée du minerai jusqu'au convoyeur extérieur qui se trouve 50 cm plus haut. Le déclenchement du mécanisme de montée de l'ascenseur ne pourra se faire qu'à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée. Encore une fois, l'ascenseur devra dévider son contenu sur le convoyeur sans intervention humaine.
  
3. **Convoyeur à minerai :** Une fois le minerai déversé sur le convoyeur, celui-ci acheminera le minerai jusqu'au contenant d'arrivée à 50 cm. Le convoyeur pourra être actionné par un membre du groupe, mais son intervention ne peut être directe, donc il doit utiliser une manivelle ou tout autre mécanisme intermédiaire.

Une pause d'une minute est permise entre les essais pour la réparation d'un bris lors des tests. Seules les réparations sont permises et non les améliorations. Lors de la fabrication, les groupes de travail peuvent tester leur prototype avant les essais finaux.

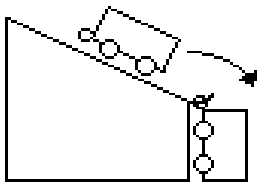
**Matériel spécifique à l'activité (par équipe)**

Éléments spécialisés	
Pois séchés (modélisent le minerai)	15
Chaise	1

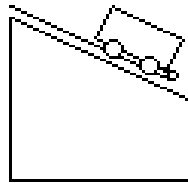
**Schéma de déplacement**



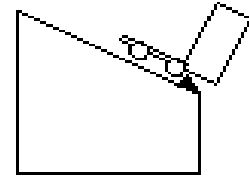
Exemples de solutions



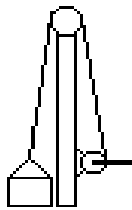
Déversement par anneau arrière



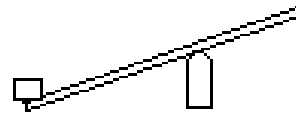
Déversement par anneau avant avec corde de sécurité



Déversement par butoir avec penture avant



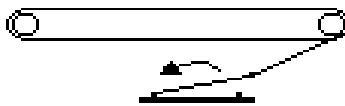
Ascenseur manuel



Ascenseur style balançoire



Convoyeur à tapis manuel



Convoyeur à tapis actionné par la trappe à souris



Convoyeur style téléphérique





## Le Convoyeur - Fiche de l'élève

Cette activité *Éclairs de Génie* consiste à modéliser le principe et le fonctionnement du transport du minerai dans les mines. Ainsi, le prototype doit effectuer dans l'ordre les étapes suivantes :

1. **Rassemblement du minerai** : Au point de départ, un nombre déterminé de petites pierres sont déposées dans le chariot de départ. Celui-ci parcourt ensuite une pente de 50 cm horizontalement et de 5 cm verticalement. Au bout de la pente, le chariot doit déverser son contenu dans l'ascenseur. Le chariot de départ n'est pas propulsé. Il peut être retenu par un membre du groupe de travail et être relâché une fois que toutes les pierres sont à l'intérieur. Le déversement du chariot au bout de la pente doit se faire sans intervention humaine.
2. **Montée du minerai** : Une fois que le déversement du minerai à l'intérieur de l'ascenseur est complété, un membre du groupe déclenche la montée du minerai jusqu'au convoyeur extérieur qui se trouve 50 cm plus haut. Le déclenchement du mécanisme de montée de l'ascenseur se fait à l'aide d'une seule intervention humaine instantanée. Encore une fois, l'ascenseur doit déverser son contenu sur le convoyeur sans intervention humaine.
3. **Convoyeur à minerai** : Une fois le minerai déversé sur le convoyeur, celui-ci l'achemine jusqu'au contenant d'arrivée à 50 cm. Le convoyeur peut être actionné par un membre du groupe, mais son intervention ne peut être directe, donc il doit utiliser une manivelle ou tout autre mécanisme intermédiaire.

Le tableau suivant contient les principales étapes de la conception. Cette méthode est utilisée par les ingénieurs. Elle est très utile quand on ne sait pas très bien par où commencer pour résoudre un problème.

<b>Le convoyeur</b>
<b>Nom du prototype :</b>
<b>Besoins</b> Ce qu'on nous demande de faire.



**Remue-méninges**

Ce qu'on pourrait faire.

**Développement de la solution**

Dessin de la solution retenue.



## **5. Grand Penseur, petit Génie**



## Tout ce que vous avez besoin de savoir

Nous avons constaté que pour une grande partie des gens, la conception de l'ingénierie est dominée par le domaine mécanique. En général, on oublie les autres rôles actifs qu'occupe l'ingénieur dans notre société. En réponse à ce problème, nous proposons les activités *Grand Penseur*, *petit Génie*. Nous voulons, par le biais de ces activités, inciter les élèves à découvrir certains domaines méconnus d'application de l'ingénierie. Ils pourront ainsi, à l'aide de la Fiche de l'élève, suivre les grandes étapes de la démarche utilisée en ingénierie pour résoudre des problèmes de planification.

### Niveaux de difficulté

Comme pour le reste des activités *Éclairs de Génie*, l'enseignant peut déterminer lui-même laquelle convient le mieux à sa classe. Toutefois, en raison des connaissances mathématiques qu'elle exige, l'activité *Le terrain de stationnement* ne peut être réalisée de façon satisfaisante que par des élèves de secondaire 5.

### Déroulement

Les problèmes du type de ceux que nous présentons comportent des solutions diverses et laborieuses. C'est pourquoi nous ne demandons pas aux élèves de les résoudre en entier. Nous les dirigeons plutôt sur une partie du problème après avoir tenté de leur faire prendre conscience de l'ampleur de celui-ci.

Au début de l'activité, l'enseignant pose une question du type «À quoi doit-on penser lorsqu'on doit concevoir...». La classe participe alors à un remue-méninges qui lui permet de trouver des éléments de solution. Lorsque l'enseignant juge qu'un nombre suffisant de réponses ont été apportées, il dirige les efforts sur une facette particulière qu'il demande d'approfondir.

À cette étape, les élèves réunis en équipes tentent de cerner tous les détails importants de leur problème. Les besoins d'un client fictif de même que les critères relatifs à la sécurité et aux divers règlements municipaux et lois sont questionnés. Quand ils croient avoir pris en considération tous les critères pouvant influencer leur solution, ils vont chercher auprès de l'enseignant des précisions et des réponses à leurs questions. Ce sont les éléments recueillis lors de la cueillette de données qui leur permettent d'élaborer ensuite leur solution.

Selon le temps dont il dispose et le niveau de difficulté qu'il a à ajuster, l'enseignant peut réaliser les activités *Le terrain de stationnement* et *Le trajet d'autobus* en fournissant aux élèves plus ou moins d'information avec leur Fiche de l'élève. C'est pourquoi celle-ci est proposée en deux parties indépendantes

La réalisation d'une activité *Grand faiseur*, *petit génie* comporte quatre étapes :



- 1) Présentation de l'activité : mise en situation, explication de ce qu'est le remue-méninges.
- 2) Remue-méninges réalisé par toute la classe.
- 3) Résolution du problème. Les équipes suivent alors les étapes définies sur leur feuille de travail.
- 4) Présentation et évaluation des solutions.

Chacun des problèmes proposés possède une solution précise que l'on veut amener les étudiants à découvrir en se posant des questions sur les besoins spécifiques déterminants. Selon la capacité d'une équipe à tenir compte de ces divers critères, la solution élaborée se retrouve donc plus ou moins près de celle que l'on avait déterminée initialement. Afin d'éviter que toutes les équipes élaborent des solutions identiques, nous suggérons de les isoler le plus possible de façon à éviter les contacts entre les membres d'équipes différentes. L'enseignant se déplace alors d'une équipe à l'autre pour répondre aux questions lors de la cueillette d'informations. Ceci permet par ailleurs de mieux garder le contrôle sur les déplacements des élèves.

Pour la dernière étape, chaque équipe doit choisir un ou deux membre(s) qui présente(nt) la solution à l'ensemble de la classe. Quand toutes les équipes ont présenté leurs résultats, l'enseignant détaille à son tour la solution type. Il en profite pour mentionner les lacunes des solutions élaborées par les équipes. Le but de ce type d'évaluation est de faire prendre conscience aux élèves de l'importance de chaque détail dans l'élaboration d'une solution de ce type.

### **Règlements et conditions**

Les règlements régissant les activités *Grand penseur*, *petit génie* reflètent certaines réalités de l'entreprise. Ces contraintes viennent structurer et encadrer l'activité.

- Des groupes de travail sont préalablement formés par l'enseignant. Chaque groupe comprend de 6 à 8 personnes.
- Le temps alloué au remue-méninges et à la résolution du problème est déterminé par l'enseignant. Nous suggérons 15 minutes pour la présentation de l'activité et du remue-méninges, 40 minutes pour l'élaboration de la solution et 20 minutes pour la présentation des résultats par les équipes et le retour sur le travail accompli.
- Les élèves doivent suivre les étapes spécifiées sur la Fiche de l'élève. Le respect de la méthodologie proposée n'est pas sujet à évaluation mais facilite grandement le travail.
- La présentation de la solution est faite par un ou deux membre(s) de l'équipe de travail. Aucune intervention du reste de l'équipe n'est permise pendant ce temps.

### **Critères d'évaluation**

Un tableau d'évaluation contenant les principaux critères à respecter et les besoins spécifiques du client est proposé pour chacune des activités *Grand penseur*, *petit génie*. L'enseignant est libre de s'en servir et de le modifier selon ses besoins.



**Les ascenseurs**  
**Niveau de difficulté 1**

## Les ascenseurs – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation

La conception d'un ascenseur est un véritable travail d'équipe.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des ingénieurs en élaborant le système de logique inhérent au fonctionnement d'un ascenseur.

### Énoncé du problème

Dans un hôpital de huit étages (sans compter le rez-de-chaussée) et deux sous-sol, on doit construire deux ascenseurs fonctionnant côte à côte. Les ambulanciers arrivent au premier sous-sol et doivent prendre un des ascenseurs pour emmener les gens qu'ils doivent transporter à l'étage approprié. Les constructeurs de l'hôpital demandent à votre firme d'ingénieurs-conseils de concevoir ces ascenseurs.

### Critères à considérer (suggestions pour le remue-méninges)

- La vitesse des ascenseurs dans les hôpitaux est-elle la même qu'ailleurs?
- Quel est le nombre maximal de personnes pouvant se tenir à l'intérieur d'une cabine?
- Y a-t-il un téléphone d'urgence dans les cabines?
- Quel est le lien entre les deux ascenseurs? Est-ce que, pendant que l'un monte, l'autre descend?
- Quelles sont les dimensions des portes? Est-ce qu'on tient compte de la largeur des civières?
- Quelles sont les dimensions des cabines? Est-ce qu'on tient compte de la longueur des civières?
- Les ambulanciers peuvent-ils avoir la priorité sur les opérations?
- Quelle est la logique de base du système de priorité? Un ascenseur effectue-t-il ses arrêts selon l'ordre de sollicitation ou selon la proximité? Dans un seul sens à la fois?
- Un ascenseur fait-il la différence entre une personne désirant y pénétrer et une autre désirant en sortir? Traite-t-il les deux signaux de la même façon?

### Partie de la solution à développer

En tant qu'ingénieurs industriels, c'est à vous d'établir et d'adapter l'ordre de priorité des opérations des deux ascenseurs en fonction des règles en pratique dans l'industrie.

### Principe de fonctionnement

Nous avons défini le principe de fonctionnement des ascenseurs sous forme de questions que les élèves sont susceptibles de poser lorsqu'ils vont à la recherche d'information.



Q : Les deux ascenseurs fonctionnent-ils indépendamment?

Q : Les deux ascenseurs peuvent-ils se déplacer dans le même sens?

R : Les ascenseurs fonctionnent toujours indépendamment, c'est-à-dire que le déplacement de l'un ne détermine en rien celui de l'autre. On peut donc ne s'occuper que de l'un des deux et considérer qu'ils agissent selon la même logique.

Q : À qui l'ascenseur accorde-t-il la priorité? Effectue-t-il ses arrêts selon l'ordre de sollicitation ou selon la proximité?

R : Il s'arrête, selon la proximité, à tous les étages pour lesquels il en a reçu la demande dans la mesure où il n'a pas à modifier son sens de déplacement. Par exemple, supposons qu'il se trouve au sixième étage. Quelqu'un lui envoie un signal qu'il désire se rendre au dixième étage. Puis une autre personne appuie sur le bouton du cinquième étage et enfin, quelqu'un au huitième veut pénétrer dans la cabine. L'ascenseur effectuera, dans l'ordre, les arrêts suivants : huitième étage, dixième étage, cinquième étage. De cette façon, il évite toujours pour de modifier le sens dans lequel il se déplaçait au moment où il a reçu une commande.

Q : L'ascenseur fait-il la différence entre une personne désirant y pénétrer et une personne désirant en sortir? Traite-t-il les deux signaux de la même façon?

R : Il traite l'information de la même façon. Les signaux envoyés par une personne qui désire monter et une autre qui désire sortir sont de même nature pour lui. Tout ce qu'il y détecte, c'est une commande d'arrêt à un étage particulier.

Q : Qu'est-ce qui fait changer le sens de déplacement de l'ascenseur?

Q : Quand l'ascenseur n'a pas reçu de commande pour les étages qui lui restent à parcourir, est-il obligé de se rendre jusqu'au dernier étage avant de faire demi-tour?

R : Il existe seulement deux possibilités pour modifier son sens de déplacement:

1. Il est parvenu au dernier étage.
2. Il n'a pas reçu de commande pour les étages qui restent à parcourir dans son sens de déplacement.

Q : Pendant qu'il n'est pas sollicité, où se trouve l'ascenseur? Revient-il à l'étage où on risque le plus de l'appeler? Revient-il au rez-de-chaussée?

R : Il reste au dernier étage où il s'est arrêté.

Q : Qu'arrive-t-il si quelqu'un appuie simultanément sur un bouton pour monter et un autre pour descendre?

R : L'ascenseur effectuera en priorité la commande qui lui permettra de conserver son sens de déplacement.

Q : Les ambulanciers ont-ils un moyen de faire réaliser leur commande en priorité par l'ascenseur?

Q : Les ambulanciers se servent-ils du même ascenseur que les usagers courants pour transporter les blessés?





R : Les ambulanciers se servent du même ascenseur que les usagers courants mais ils possèdent une clef qui, lorsqu'elle est insérée, fait s'arrêter l'ascenseur au prochain étage s'il est en mouvement et empêche son départ s'il est immobile. Une alarme commande alors à tous les usagers de sortir de la cabine. Lorsqu'elle est vide, celle-ci descend au premier sous-sol, où se trouvent les ambulanciers. Ils peuvent ainsi effectuer leur travail plus rapidement et en sécurité.

### **Critères d'évaluation**

Les critères suivants permettent de vérifier si les solutions proposées par les équipes tiennent compte de tous les besoins relatifs au problème.

<b>Éléments de solution</b>	<b>Pondération</b>
On tient compte de l'indépendance des deux ascenseurs.	/1
Le principe du sens prioritaire de déplacement est clairement Expliqué.	/1
La première raison de changement du sens de déplacement est mentionnée.	/1
La seconde raison de changement du sens de déplacement est mentionnée.	/1
On décrit correctement la procédure suivie par les ambulanciers en cas d'urgence.	/1
On mentionne ce que fait l'ascenseur lorsqu'il n'est pas sollicité.	/1
<b>Total</b>	<b>/6</b>



## **Les ascenseurs – Fiche de l'élève**

### **Énoncé du problème**

On vous demande d'élaborer le système de logique de deux ascenseurs dans un hôpital. Ils doivent desservir deux sous-sol, un rez-de-chaussée et huit étages. Les ambulanciers arrivent au premier sous-sol.

### **Étapes de résolution**

Le tableau suivant contient chacune des étapes importantes de résolution systématique d'un problème d'ingénierie. Cette méthode peut être d'un grand secours lorsqu'on ignore par où commencer. On vous propose de vous en servir pour développer la meilleure solution possible. Vous ne devez pas remettre le tableau; il s'agit simplement d'un outil de travail.

Remue-méninges (besoins du client et critères pouvant avoir de l'importance)

Cueillette des données (recherche de réponses aux questions que l'on se pose)



Développement de la solution (comment fonctionnent les ascenseurs, en détails)

Préparation de la présentation à la classe (qui fait quoi?)



**Le trajet d'autobus  
Niveau de difficulté 2**



## Le trajet d'autobus – Fiche de l'enseignant

### Mise en situation

À tous les trois ans, la Société de Transport de la Communauté urbaine de Montréal, la STCUM, met à jour ses trajets d'autobus. Elle cible un important échantillon de résidents qu'elle rejoint par téléphone afin de s'enquérir de leurs habitudes de déplacement. À partir de ces statistiques et en se basant sur les normes d'accessibilité, elle peut déterminer s'il y a lieu de modifier des trajets ou d'en prévoir de nouveau. Selon les normes, par exemple, toute personne dans un secteur résidentiel doit avoir accès à un arrêt d'autobus à moins de 1500 mètres mais un autobus doit transporter au moins 25 personnes par heure.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de Génie* est de recréer le travail des conseillers en gestion de réseaux en déterminant le trajet d'une ligne de transport en commun. Ce trajet d'autobus existe déjà; il s'agit de la ligne 144 de la STCUM. Après avoir fait réaliser l'activité aux élèves, il peut donc être intéressant de leur faire comparer leur solution avec le trajet réel. On peut le faire facilement en se rendant sur le site web de la STCUM à l'adresse électronique <http://www.stcum.qc.ca>. On y retrouve le plan de la ligne ainsi que la liste de tous les arrêts effectués par les autobus.

### Énoncé du problème

La STCUM désire intégrer un nouveau trajet d'autobus dans un secteur qu'elle considère mal desservi. Il devra relier les stations de métro Sherbrooke et Atwater. Rien n'a encore été fait pour ce projet. C'est donc à vous de voir à ce que les autobus de la nouvelle ligne soient le plus utilisés possible par les usagers. Cela ne doit toutefois pas occasionner des pertes inutiles de temps et d'argent. À quels critères devez-vous vous attarder pour atteindre les objectifs de la société de transport?

### Critères à considérer (suggestions pour le remue-ménages)

- Les autobus sont-ils en opération durant toute la journée ou seulement aux heures de pointe?
- Quelles sont les limites de vitesse dans les zones où rouleront les autobus?
- Les autobus ont-ils une limite de vitesse particulière à respecter?
- Quelles sont les distances minimale et maximale entre les arrêts?
- Y a-t-il des endroits où l'on doit obligatoirement prévoir des arrêts?
- Quel est l'intervalle de temps entre le passage de deux autobus?
- L'horaire change-t-il la fin de semaine?
- Doit-on modifier la route pour qu'elle comprenne une voie réservée aux autobus? Si oui, à certains endroits seulement ou partout?
- Y a-t-il moyen de prolonger la ligne jusqu'à une station de métro?
- Doit-on construire des abribus à tous les arrêts, à certains d'entre eux seulement ou à aucun?



- Y a-t-il, dans le secteur que l'on désire desservir, des endroits susceptibles d'être fréquentés par un nombre appréciable d'utilisateurs (par exemple, la sortie d'une usine ou d'un bâtiment gouvernemental)?
- Est-ce qu'on compte plusieurs voies à sens unique dans le secteur? Où exactement?
- De quel genre de secteur s'agit-il? D'un quartier résidentiel, d'un secteur industriel, d'un centre-ville?
- L'horaire est-il le même durant toute la journée?
- Serait-il pertinent que les autobus poursuivent leurs activités durant la nuit? Quel serait alors leur horaire?
- Faut-il prévoir une période d'essai pour le nouveau trajet? Si oui, combien de temps durera-t-elle?
- Y a-t-il des endroits où les autobus n'ont pas le droit de circuler?
- L'horaire est-il différent selon les saisons?
- Quelle distance doit-on respecter entre deux arrêts?
- Quelles sont les distances minimale et maximale entre deux arrêts?
- Les arrêts doivent-ils être situés avant ou après une intersection?

### **Partie du problème à développer**

Tous les détails dénombrés durant le remue-méninges comportent une importance certaine (mais inégale) puisque chacun d'entre eux peut avoir des conséquences sur l'efficacité du service de transport ou son degré d'utilisation par les utilisateurs. Mais on vous demande de vous concentrer sur un seul d'entre eux, soit l'itinéraire. Vous devez le concevoir de façon à accommoder le plus grand nombre possible d'utilisateurs, sans qu'il ait à passer systématiquement partout. Vous devez aussi penser à adapter le trajet aux particularités locales des routes qu'emprunteront les autobus.

### **Principe de fonctionnement**

#### Informations disponibles pour la résolution du problème

La seule information que l'on doit obligatoirement fournir aux élèves se trouve sous la forme d'une carte du secteur avec lequel ils devront travailler. Il s'agit de la première des trois cartes de la Fiche de l'élève.

#### Informations à fournir facultativement

Les informations suivantes sont contenues sur les deuxième, troisième et quatrième cartes de la Fiche de l'élève. Si l'enseignant les donne initialement aux élèves, l'étape de cueillette des données se trouvera abrégée. Par contre, s'il désire hausser le degré de difficulté de l'activité, il n'a qu'à en fournir une seule, ou même à ne pas les fournir du tout. Il les donnera aux équipes qui, lors de la cueillette d'informations, se préoccupent des critères indiqués sur ces cartes.



La deuxième carte couvre l'aspect des points d'intérêt devant être desservis convenablement par la ligne d'autobus. Ces points sont les suivants :

- Les stations de métro Sherbrooke et Atwater;
- Le conseil de la santé et des services sociaux de Montréal;
- L'Institut Raymond-Dewar;
- L'Institut de tourisme et d'hôtellerie du Québec;
- L'hôpital Royal-Victoria;
- L'Hôtel-Dieu de Montréal;
- L'université McGill;
- L'hôpital général de Montréal;
- Le collège Dawson;
- Le centre hospitalier Reddy Memorial;
- L'hôpital de Montréal pour enfants et
- L'Institut de neurologie.

La troisième carte représente les lignes d'autobus sillonnant le secteur et dont il faut tenir compte lors de la conception. À titre indicatif, nous avons identifié chaque ligne par une couleur. On retrouve ci-dessous les numéros des lignes avec leur couleur correspondante sur la carte.

15	80
24	107
29	108
30	129
55	138
63 et 90	150
66	165 et 166

Finalement, la quatrième carte indique toutes les artères à sens unique.

### **Critères d'évaluation**

Les critères suivants permettent de vérifier si les solutions proposées par les équipes tiennent compte de tous les besoins relatifs au problème.

Éléments de solution	Pondération
Le trajet relie les stations de métro Atwater et Sherbrooke.	/1
Le trajet tient compte des points à desservir.	/1
Le trajet tient compte des sens uniques.	/1
Le trajet ne se confond pas avec un autre trajet déjà existant.	/1
Le trajet correspond exactement à celui que l'on désirait obtenir.	/1
<b>Total</b>	<b>/5</b>



## **Le trajet d'autobus – Fiche de l'élève**

### **Énoncé du problème**

On vous demande de concevoir un nouveau trajet d'autobus pour un secteur mal desservi par le service de transport en commun de la ville. La figure 2.1 représente la carte du secteur.

### **Étapes de résolution**

Le tableau suivant contient chacune des étapes importantes de résolution systématique d'un problème d'ingénierie. Cette méthode peut être d'un grand secours lorsqu'on ignore par où commencer. On vous propose de vous en servir pour développer la meilleure solution possible. Vous ne devez pas remettre le tableau; il s'agit simplement d'un outil de travail.

Remue-méninges (besoins du client et critères pouvant avoir de l'importance)

Cueillette des données (recherche de réponses aux questions que l'on se pose)





Développement de la solution (schéma du meilleur trajet envisagé)

Préparation de la présentation à la classe (qui fait quoi?)



**L'aire de stationnement**  
**Niveau de difficulté 3**

## L'aire de stationnement – fiche de l'enseignant

### Mise en situation

Une aire de stationnement, en raison du peu d'installations qu'elle comporte, peut sembler simple à aménager. L'ingénieur civil doit cependant tenir compte de différents facteurs importants afin de respecter les règlements et d'assurer une utilisation pratique.

### But

Le but de cette activité *Éclairs de génie* est de recréer le travail des ingénieurs civils en concevant l'aménagement de l'une aire de stationnement d'une usine. On devra tenir compte des besoins du client et des restrictions reliées aux règlements.

### Énoncé du problème

On vous demande de concevoir l'aménagement l'aire de stationnement d'une nouvelle usine. À quoi devez-vous vous attarder pour satisfaire les besoins de votre client et respecter les règlements municipaux? Existe-t-il des moyens à prendre pour augmenter la durée de vie de votre projet?

### Critères à considérer (suggestions pour le remue-méninges)

- S'agit-il d'une aire stationnement à étages?
- S'il s'agit d'une aire de stationnement à étages, quelle est la hauteur libre entre les étages?
- S'il s'agit d'une aire de stationnement à étages, doit-on prévoir des ascenseurs? Combien et où?
- Quel type de sol y a-t-il à cet endroit?
- Combien d'unités doit-on prévoir?
- Doit-on prévoir des unités pour les personnes handicapées? De mêmes dimensions que les autres ou de dimensions supérieures?
- Quelles sont les dimensions des unités? Sont-elles toutes identiques?
- Les gens ont-ils libre accès à l'aire de stationnement ou doivent-ils payer ou posséder un permis pour avoir le droit d'y stationner leur voiture? Si oui, doit-on prévoir une guérite ou une barrière automatique pour la remise des billets et le contrôle des permis? Où?
- Est-ce qu'on doit prévoir de l'espace supplémentaire pour les visiteurs?
- Doit-on planter des arbres? Qu'en est-il de l'aménagement paysager?
- Quel est le type de route à l'extérieur de l'aire de stationnement? Y a-t-il une autoroute? Des feux de circulation à l'entrées?
- Où doit-on installer des lampadaires? Y a-t-il des normes concernant le niveau d'éclairage?
- Doit-on demander à ce qu'un arrêt d'autobus soit prévu près de l'aire stationnement? Ou à l'intérieur de celle-ci?
- Où se trouve l'aire de stationnement? À Montréal ou dans une ville de 40000 habitants? Dans quelle partie de la ville?

- Y a-t-il un accès au métro ouvert durant les heures d'activités de l'usine près de celle-ci?
- Doit-on prévoir un endroit pour le rangement des bicyclettes?
- L'aire de stationnement doit-elle être pourvue d'un drain? Si oui, où est-il relié? À l'égout public?
- Doit-on prévoir un passage piétonnier?
- L'aménagement nécessite-t-il l'ajout de dos d'âne?

### Partie du problème à développer

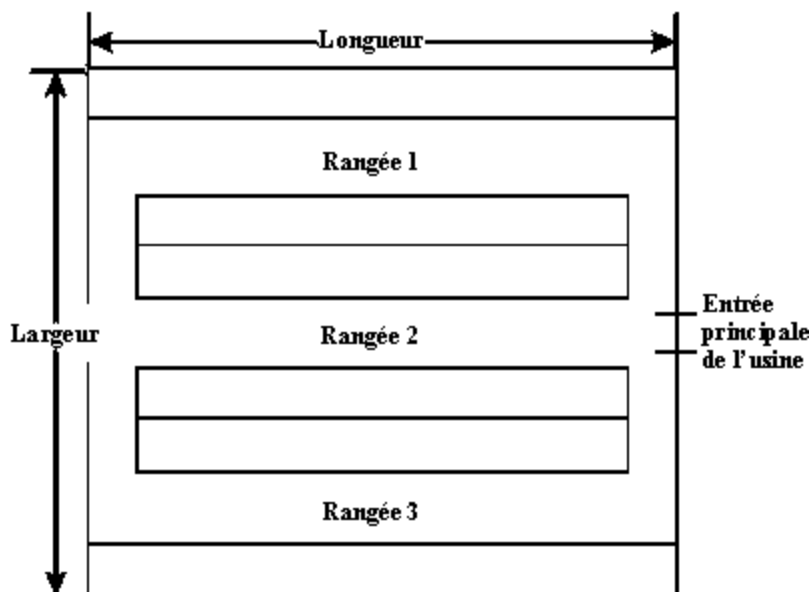
Comme on peut le constater, les tâches de l'ingénieur civil sont très nombreuses en ce qui concerne la conception d'une aire de stationnement. C'est pourquoi on vous demande de vous concentrer uniquement sur l'aménagement des unités de stationnement. On a schématisé la disposition désirée sur la figure. Vous devez déterminer précisément l'emplacement et le nombre de chaque type de véhicule et toutes les dimensions utiles. Enfin, on vous demande de dessiner clairement le plan de votre aire de stationnement pour la présenter à votre client.

### Principe de fonctionnement

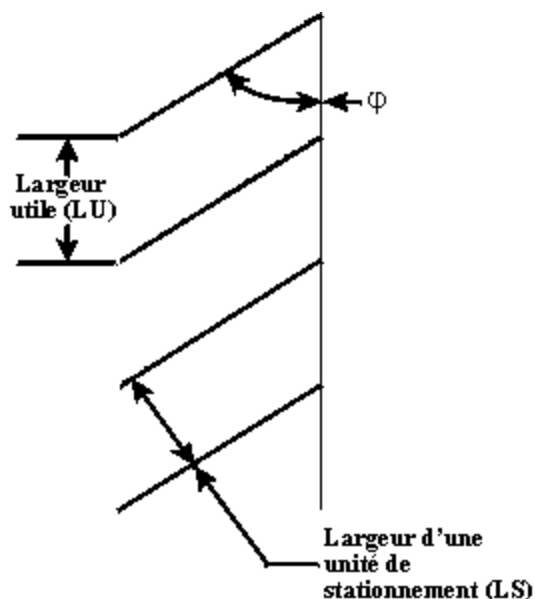
#### Informations disponibles pour la résolution du problème

Vous avez fait plusieurs démarches dans le but de solutionner adéquatement ce problème. Vous avez principalement évalué les besoins de votre client. Puis vous avez étudié l'emplacement de l'usine et consulté les règlements municipaux. Enfin, vous vous êtes renseigné auprès d'entreprises semblables.

- Selon le règlement municipal, les nombres minimal et maximal d'unités de stationnement pour la famille industrie sont respectivement de 1 par 200m<sup>2</sup> de superficie de plancher et de 1 par 100m<sup>2</sup> de superficie de plancher.
- Le secteur est assez bien desservi par le service de transport en commun.
- Votre client privilégie le type de disposition montré sur la figure 5.1. Vous essaieriez évidemment de vous y conformer pour le satisfaire.



- **Largeur utile des unités de stationnement.**  
Elle permet de connaître le nombre de voitures par rangée. La longueur nécessaire augmente proportionnellement avec l'angle imposé aux unités de stationnement, jusqu'à ce que celui-ci soit égal à 90°. Par contre, on peut stationner moins de voitures dans une rangée lorsqu'elles ne sont pas perpendiculaires puisque la largeur de stationnement requise est alors plus grande. La figure 5.2 et le tableau 5.1 suivants permettent de déterminer la largeur utile à l'aide de la relation  $LU = LS / (\sin \phi)$ . Pour  $\phi = 90^\circ$  (unités perpendiculaires aux voies de circulation),  $LU = LS$ .



**Tableau 5.1**

	LS	Type	Angle		
			45°	70°	90°
<b>Petites voitures</b>	2,45m	1	11,80m	15,10m	17,40m
		2	11,15m	14,75m	17,40m
<b>Voitures standard</b>	2,60m	1	14,50m	18,00m	20,10m
		2	13,80m	17,60m	20,10m
<b>Grandes voitures</b>	2,75m	1	14,10m	17,90m	20,10m
		2	13,60m	17,35m	20,10m
<b>Voitures pour personnes À mobilité réduite</b>	3,65m	1	N/d	N/d	20,10m
		2	N/d	N/d	20,10m

- **Truc :** Pour éviter de complexifier inutilement la solution, on suggère de considérer en premier lieu la situation idéale, c'est-à-dire la plus facile à concevoir. On la modifie ensuite au besoin, toujours le moins possible.

Informations à fournir facultativement



Les informations suivantes sont contenues sur la seconde page de la Fiche de l'élève. Si l'enseignant la donne aux élèves, ils n'auront pas à effectuer l'étape de cueillette des données. Par contre, s'il désire hausser le degré de difficulté de l'activité, il n'a qu'à ne pas la fournir à ses élèves. Dans ce cas, la façon de fonctionner sera la même que pour les autres activités *Grand penseur, petit génie*. C'est-à-dire que les élèves procéderont à un remue-méninges pour déterminer les critères importants. Les spécifications leur seront alors divulguées par leur enseignant lorsqu'ils lui poseront les questions pertinentes.

- L'usine totalisera une superficie de 10000m<sup>2</sup>.
- Il y aura 300 employés.
- Vous évaluez que le tiers des employés viendront travailler avec une voiture.
- Le profil socio-économique des employés indique que 40% des véhicules utilisés pour se rendre au travail sont des voitures compactes (penser que les propriétaires de ces voitures ne les stationnent pas tous dans les stationnements qui leur sont alloués).
- Le règlement municipal exige que 2% des places de stationnement soient réservées aux véhicules des personnes à mobilité réduite.
- 5 places devront être réservées pour des stationnements privilégiés (cadres). Ils devront naturellement se trouver près de l'entrée principale.
- Vous n'avez pas besoin de prévoir des unités supplémentaires pour les visiteurs. Il est très peu probable que l'usine en reçoive plusieurs simultanément.
- Vous n'avez pas besoin de prévoir l'espace nécessaire pour qu'un autobus ait accès à l'aire de stationnement.
- Les dimensions maximales du terrain de stationnement seront de 60 mètres de longueur par 52 mètres de largeur.
- Longueur des unités de stationnement.  
voiture compacte : 5,5 mètres  
voiture de dimensions standard ou de grandes dimensions : 6,10 mètres
- Voies de circulation motorisée.  
On doit aménager des voies doubles si possible, mais on peut aussi aménager des voies simples. Une combinaison des deux est acceptée.  
Largeur minimale d'une voie simple : 4,25 mètres.  
Largeur minimale d'une voie double : 7,30 mètres.

### Résolution du problème

#### ÉTAPE 1

On détermine d'abord combien de véhicules on doit pouvoir stationner pour chaque catégorie.

1) Nombre total de voitures

$$(1/3 \text{ des employés qui utilisent une voiture})(300 \text{ employés}) = 100 \text{ voitures}$$

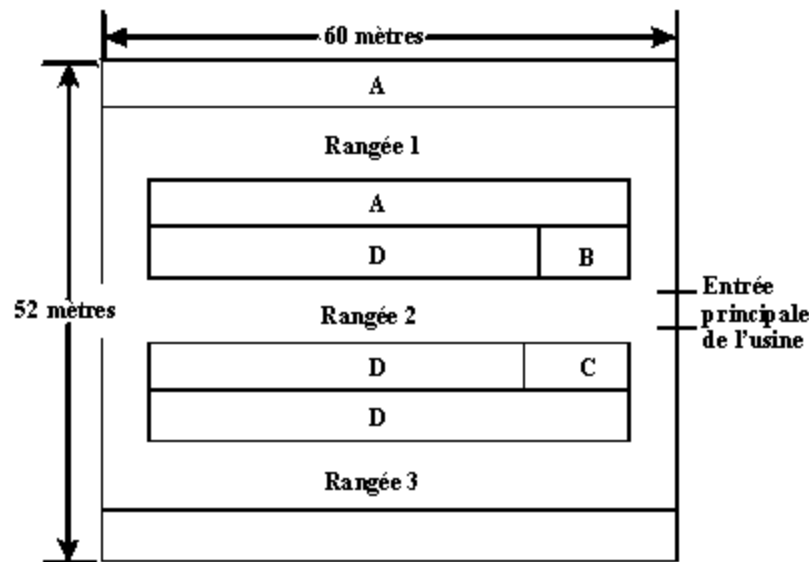
$$\text{Vérification : } (100 \text{ unités de stationnement}) / (10000\text{m}^2) = 1/100$$

On respecte donc le règlement municipal.

- 2) Nombre d'unités pour voitures compactes (TYPE A)  
 $(35\% \text{ de voitures compactes})(100 \text{ véhicules au total}) = (0,35)(100) = 100$
- 3) Nombre d'unités pour les véhicules des personnes à mobilité réduite (TYPE B)  
 $(2\% \text{ d'unités})(100 \text{ véhicules au total}) = 2$
- 4) Nombre d'unités privilégiées (TYPE C)  
 On doit réserver 5 de ces unités. Notons qu'on considère que les voitures qu'on y stationne habituellement sont de taille supérieure à la moyenne.
- 5) Nombre d'unités standard (TYPE D)  
 Il s'agit du reste des unités.  
 $100 - 35 - 2 - 5 = 58$

## ÉTAPE 2

La figure 5.3 présente la disposition la plus plausible avec laquelle on travaillera. Notons que la rangée 1 aurait pu abriter la catégorie D et la rangée 3, la catégorie A. De même, on aurait pu inverser sans problème les catégories A et D. À cette étape-ci, on doit déterminer si la situation idéale peut s'appliquer à l'intérieur des limites spécifiées. Selon cette situation, toutes les voies sont doubles et les unités de stationnement leur sont perpendiculaires.



Selon le tableau 5.1, la largeur nécessaire du terrain de stationnement serait de  $17,40\text{m} + 2(20,10\text{m}) = 57,60\text{m}$ , ce qui est trop puisque la largeur dont on dispose est de 52m. 2 choix s'offrent alors aux élèves: prévoir des voies simples ou diminuer l'angle associé aux unités de stationnement.

- Premier choix



Différence minimale entre une voie simple et une voie double :

$$7,30\text{m} - 4,25\text{m} = 3,05\text{m}$$

On a 3 voies et on doit parvenir à enlever 5,60m. D'après les calculs, 2 voies simples suffiraient. :  $2(3,05) = 6,10\text{m} > 5,69\text{m}$ .

La largeur requise du terrain de stationnement , dans ce cas, serait de  $57,60\text{m} - 6,10\text{m} = 51,50\text{m}$ .

On peut placer la voie double n'importe où mais, par souci de symétrie, il est préférable qu'elle se trouve au milieu.

- Second choix

1. On peut essayer d'imposer un angle de  $70^\circ$  à la rangée des unités pour voitures compactes. Largeur du stationnement :  $15,10\text{m} + 2(20,10\text{m}) = 55,30\text{m}$ .

Cette valeur est supérieure à la largeur maximale qui est de 52m. On peut alors décider d'imposer un angle encore plus petit à cette rangée ou d'en imposer un de  $70^\circ$  au deux rangées extrêmes (unités standard et compactes).

- Pour des angles de  $70^\circ$  dans les rangées 1 et 3, la largeur serait de  $15,10\text{m} + 20,10\text{m} + 17,90\text{m} = 53,10\text{m}$ , ce qui est encore trop large.
- Pour un angle de  $45^\circ$ , la largeur de la rangée 1 serait de  $11,80\text{m} + 2(20,10\text{m}) = 52\text{m}$ , ce qui est acceptable.

2. On peut par ailleurs décider d'imposer un angle de  $70^\circ$  à la rangée 3.

Largeur du stationnement :  $17,40\text{m} + 20,10\text{m} + 18,00\text{m} = 55,50\text{m}$ , ce qui est plus que la largeur désirée. On peut alors décider de diminuer l'angle de la rangée 3 ou d'en imposer un à la fois aux rangées 1 et 3.

- Pour des angles de  $70^\circ$  dans les rangées 1 et 3, la largeur serait de  $15,10\text{m} + 20,10\text{m} + 17,90\text{m} = 53,10\text{m}$ , ce qui est encore trop large.
- Pour un angle de  $45^\circ$ , la largeur de la rangée 3 serait de  $17,40\text{m} + 20,10\text{m} + 14,10\text{m} = 51,60\text{m}$ , ce qui est acceptable.

Les élèves ont donc le choix entre trois types de disposition des véhicules.

Note : On aurait pu décider d'imposer un angle de  $45^\circ$  aux rangées 1 et 3 simultanément, mais alors la disposition du terrain de stationnement n'aurait pas été optimisée.

### ÉTAPE 3

Après avoir déterminé la disposition de chaque type de véhicules, on doit vérifier si le nombre requis de voitures peut être stationné.

- Premier type de disposition

- Voies doubles
  - A)  $60/2,45 + (60 - 2(7,30))/2,45 = 43$  unités complètes
  - B) 2 unités complètes
  - C) 5 unités complètes





$$D) 60/2,60 + (60 - 2(7,30))/2,60 + (60 - 2(7,30) - 5(2,75))/2,60 + (60 - 2(7,30) - 2(3,65))/2,60 = 67,4 = 67 \text{ unités complètes.}$$

Cette solution laisse suffisamment de place pour toutes les catégories d'unités.

- Second type de disposition

- Voies doubles

A)  $LU = 2,45/(\sin 45) = 3,46\text{m}$

$$60/3,46 + (60 - 2(7,30))/3,46 = 30,5 = 30 \text{ unités complètes}$$

B) 2 unités complètes

C) 5 unités complètes

D)  $60/2,60 + (60 - 2(7,30))/2,60 + (60 - 2(7,30) - 5(2,75))/2,60 + (60 - 2(7,30) - 2(3,65))/2,60 = 67,4 = 67 \text{ unités complètes}$

Cette solution ne laisse pas suffisamment de place pour les unités compactes (il manque 5 places). Toutefois, comme il y a 9 unités standard en trop et que les voitures compactes peuvent très bien être stationnées dans ces unités, la solution est satisfaisante. Une démarche plus rigoureuse serait aussi acceptée. Dans ce cas, on suppose que les voies sont simples, comme dans les calculs ci-dessous.

- Voies simples

A)  $LU = 2,45/(\sin 45) = 3,46\text{m}$

$$60/3,46 + (60 - 2(4,25))/3,46 = 32,2 = 32 \text{ unités complètes}$$

B) 2 unités complètes

C) 5 unités complètes

D)  $60/2,60 + (60 - 2(4,25))/2,60 + (60 - 2(4,25) - 5(2,75))/2,60 + (60 - 2(4,25) - 2(3,65))/2,60 = 74,4 = 74 \text{ unités complètes.}$

On n'obtient pas encore tout à fait le nombre d'unités compactes désiré mais le nombre d'unités standard compense largement. Imposer des angles encore plus petits serait incohérent avec l'esprit d'optimisation.

- Troisième type de disposition

- Voies doubles

A)  $60/2,45 + (60 - 2(7,30))/2,45 = 43 \text{ unités complètes}$

B) 2 unités complètes

C) 5 unités complètes

D)  $LU = 2,60/(\sin 45) = 3,68\text{m}$

$$60/3,68 + (60 - 2(7,30))/3,68 + (60 - 2(7,30) - 5(2,75))/2,60 + (60 - 2(7,30) - 2(3,65))/2,60 = 55,5 = 55 \text{ unités complètes}$$

Ce cas ne laisse pas suffisamment de place pour les unités standard.

- Voies simples

A)  $60/2,45 + (60 - 2(4,25))/2,45 = 45,5 = 45 \text{ unités complètes}$

B) 2 unités complètes

C) 5 unités complètes

D)  $LU = 2,60/(\sin 45) = 3,68\text{m}$



$$60/3,68 + (60 - 2(4,25))/3,68 + (60 - 2(4,25) - 5(2,75))/2,60 + (60 - 2(4,25) - 2(3,65))/2,60 = 61,8 = 61 \text{ unités complètes.}$$

Cette solution comprend un nombre suffisant d'unités pour toutes les catégories d'unités.

### Critères d'évaluation

Les critères suivants permettent de vérifier si les solutions proposées par les équipes tiennent compte de tous les besoins relatifs au problème.

Éléments de solution	Pondération
Le plan est clair et la disposition générale respecte les spécifications.	/1
Les dimensions maximales du terrain de stationnement sont respectées.	/1
Le nombre de voitures calculé pour les besoins de chaque catégorie est exact.	/1
Les unités des personnes à mobilité réduite sont situées le plus près possible de l'entrée principale.	/1
Les unités privilégiées sont situées près de l'entrée principale.	/1
Pour chaque catégorie de voiture, la largeur des unités est respectée.	/1
La largeur entre les rangées de voitures est adéquate (selon la catégorie des voitures).	/1
On a effectué la conception en considérant la situation idéale que l'on a modifiée le moins possible, et non l'inverse.	/1
Le nombre de voitures pouvant être stationnée, pour chaque catégorie, est égal ou supérieur à celui défini précédemment.	/1
<b>Total</b>	<b>/9</b>

## L'aire de stationnement – Fiche de l'élève

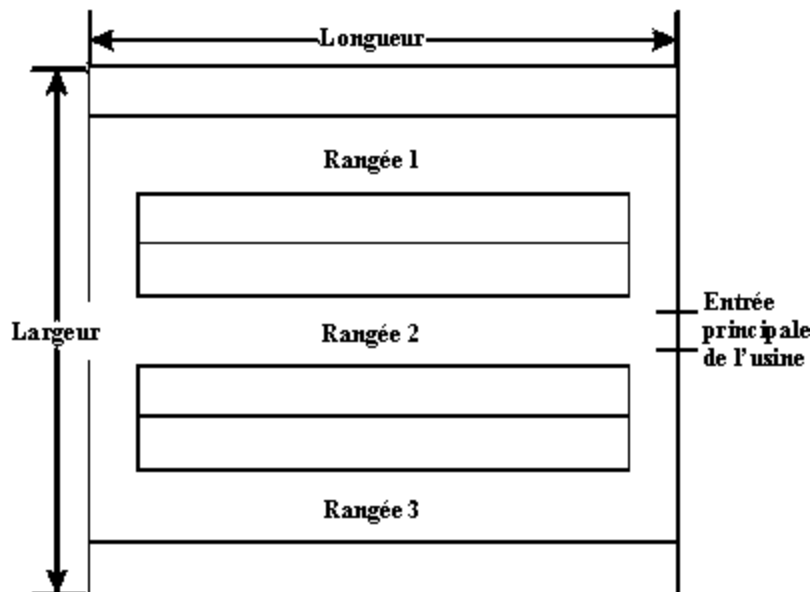
### Énoncé du problème

On vous demande de concevoir l'aménagement de l'aire de stationnement d'une nouvelle usine. On a schématisé la disposition désirée sur la figure. Vous devrez déterminer précisément l'emplacement et le nombre de chaque type de véhicule et toutes les dimensions utiles. Enfin, on vous demande de dessiner clairement le plan de votre aire de stationnement pour la présenter à votre client.

### Informations disponibles pour la résolution du problème

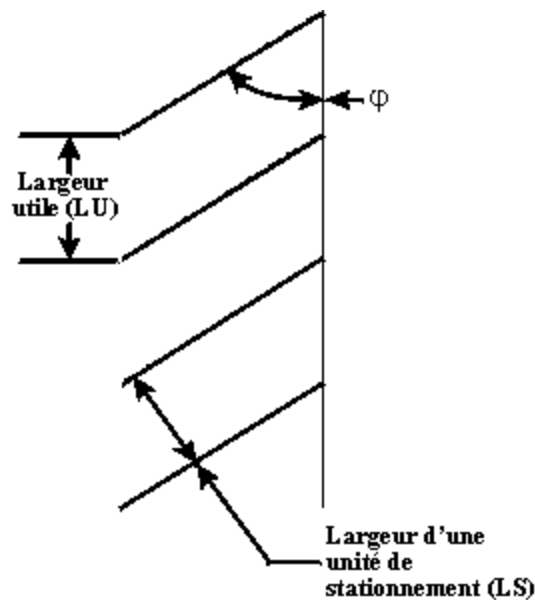
Vous avez fait plusieurs démarches dans le but de solutionner adéquatement ce problème. Vous avez principalement évalué les besoins de votre client. Puis vous avez étudié l'emplacement de l'usine et consulté les règlements municipaux. Enfin, vous vous êtes renseigné auprès d'entreprises semblables.

- Selon le règlement municipal, les nombres minimal et maximal d'unités de stationnement pour la famille industrie sont respectivement de 1 par 200m<sup>2</sup> de superficie de plancher et de 1 par 100m<sup>2</sup> de superficie de plancher.
- Le secteur est assez bien desservi par le service de transport en commun.
- Votre client privilégie le type de disposition montré sur la figure 5.1. Vous essaierez évidemment de vous y conformer pour le satisfaire.



- Largeur utile des unités de stationnement. Elle permet de connaître le nombre de voitures par rangée. La longueur nécessaire augmente proportionnellement avec l'angle imposé aux unités de stationnement, jusqu'à ce que celui-ci

soit égal à  $90^\circ$ . Par contre, on peut stationner moins de voitures dans une rangée lorsqu'elles ne sont pas perpendiculaires puisque la largeur de stationnement requise est alors plus grande. La figure 5.2 et le tableau 5.1 suivants permettent de déterminer la largeur utile à l'aide de la relation  $LU = LS / (\sin \phi)$ . Pour  $\phi = 90^\circ$  (unités perpendiculaires aux voies de circulation),  $LU = LS$ .



**Tableau 5.1**

	LS	Type	Angle		
			45°	70°	90°
<b>Petites voitures</b>	2,45m	1	11,80m	15,10m	17,40m
		2	11,15m	14,75m	17,40m
<b>Voitures standard</b>	2,60m	1	14,50m	18,00m	20,10m
		2	13,80m	17,60m	20,10m
<b>Grandes voitures</b>	2,75m	1	14,10m	17,90m	20,10m
		2	13,60m	17,35m	20,10m
<b>Voitures pour personnes À mobilité réduite</b>	3,65m	1	N/d	N/d	20,10m
		2	N/d	N/d	20,10m

- **Truc :** Pour éviter de complexifier inutilement la solution, on suggère de considérer en premier lieu la situation idéale, c'est-à-dire la plus facile à concevoir. On la modifie ensuite au besoin, toujours le moins possible.

**Informations supplémentaires**

- L'usine totalisera une superficie de 10000m<sup>2</sup>.
- Il y aura 300 employés.
- Vous évaluez que le tiers des employés viendront travailler avec une voiture.



- Le profil socio-économique des employés indique que 40% des véhicules utilisés pour se rendre au travail sont des voitures compactes (penser que les propriétaires de ces voitures ne les stationnent pas tous dans les stationnements qui leur sont alloués).
- Le règlement municipal exige que 2% des places de stationnement soient réservées aux véhicules des personnes à mobilité réduite.
- 5 places devront être réservées pour des stationnements privilégiés (cadres). Ils devront naturellement se trouver près de l'entrée principale.
- Vous n'avez pas besoin de prévoir des unités supplémentaires pour les visiteurs. Il est très peu probable que l'usine en reçoive plusieurs simultanément.
- Vous n'avez pas besoin de prévoir l'espace nécessaire pour qu'un autobus ait accès à l'aire de stationnement.
- Les dimensions maximales du terrain de stationnement seront de 60 mètres de longueur par 52 mètres de largeur.
- Longueur des unités de stationnement.  
voiture compacte : 5,5 mètres  
voiture de dimensions standard ou de grandes dimensions : 6,10 mètres
- Voies de circulation motorisée.  
On doit aménager des voies doubles si possible, mais on peut aussi aménager des voies simples. Une combinaison des deux est acceptée.  
Largeur minimale d'une voie simple : 4,25 mètres.  
Largeur minimale d'une voie double : 7,30 mètres.

### **Étapes de résolution**

Le tableau suivant contient chacune des étapes importantes de résolution systématique d'un problème d'ingénierie. Cette méthode peut être d'un grand secours lorsqu'on ignore par où commencer. On vous propose de vous en servir pour développer la meilleure solution possible. Vous ne devez pas remettre le tableau; il s'agit simplement d'un outil de travail.

Remue-méninges (besoins du client et critères pouvant avoir de l'importance)



Cueillette des données si nécessaire (recherche de réponses à nos questions)

Développement de la solution

Préparation de la présentation à la classe (dessin de l'aire de stationnement)



## 6. Sondage pour les enseignants

Maintenant que vous avez réalisé une activité *Éclairs de Génie*, nous aimerions obtenir vos impressions et vos commentaires. Veuillez remplir ce questionnaire et nous le retourner le plus rapidement possible, par la poste à l'adresse indiquée sur la page couverture, ou par télécopieur au numéro également indiqué sur la page couverture.

1. Quelle activité avez-vous réalisée ? (Veuillez cocher l'activité)

- L'ascenseur
- Le convoyeur
- La lettre
- Le lancer du poids
- Le parachute
- Le saut en hauteur
- L'avion citerne
- Le Titanic
- Les ascenseurs
- Les feux de circulation
- Le terrain de stationnement

2. Est-ce que vous croyez que l'activité *Éclairs de Génie* a permis aux élèves de mieux comprendre ce qu'est l'ingénierie ?

- Pas du tout
- Moyennement
- Parfaitement

3. Est-ce que vous croyez que la participation des élèves à l'activité *Éclairs de Génie* peut susciter chez eux un intérêt pour les sciences?

- Pas du tout
- Moyennement
- Parfaitement



**Ingénierie Simultanée Présentée Aux JEunes du Secondaire**

4. Est-ce que les directives du guide d'utilisation des activités *Éclairs de Génie* sont suffisamment explicites ?

---

---

---

---

---

5. Est-ce que vous croyez que l'activité *Éclairs de Génie* est un bon outil pour permettre aux élèves de mieux comprendre ce que signifie le travail d'équipe et la créativité en milieu de travail ?

---

---

---

---

---

6. Est-ce que vous considérez que les contraintes liées à l'activité (temps, matériaux, nombre de personnes) sont trop exigeantes ?

---

---

---

---

---





**Ingénierie Simultanée Présentée Aux JEunes du Secondaire**

7. Est-ce que vous avez réussi à faire l'activité à l'intérieur du temps donné ?

---

---

---

---

---

8. Est-ce que la durée de l'activité est satisfaisante ?

---

---

---

---

---

9. Vous trouvez le coefficient de difficulté de l'activité *Éclairs de Génie* :

- Trop élevé
- Satisfaisant
- Pas assez élevé

10. Est-ce que vous recommanderiez l'activité à d'autres enseignants ?

---

---

---

---

---



11. Quelles seraient vos recommandations pour améliorer l'activité ?

---

---

---

---

---

12. Veuillez nous faire part de tout autre commentaire concernant l'activité *Éclairs de Génie*.

---

---

---

---

---