

Cette ressource présente et illustre quatre types de raisonnements utilisés dans l'apprentissage des sciences de l'ingénieur : l'induction (ou généralisation), la déduction, l'analogie et l'essai-erreur.

## 1 - Introduction

Le raisonnement est une opération mentale fondée sur une logique de la pensée qui permet, en partant d'éléments de connaissance (les *prémises*) d'en construire de nouveaux (les *conclusions*). Il en existe plusieurs types. Dans cette ressource, nous en présentons quatre, dans le contexte de l'enseignement des sciences de l'ingénieur :

- L'*induction* (ou *généralisation*) ;
- La *déduction* logique ;
- L'*analogie* ;
- L'*essai-erreur* (qui n'est pas à proprement parler un raisonnement).

Le raisonnement adopté pour s'approprier un savoir est propre à chacun. Il peut donc être judicieux de proposer des activités différentes permettant de mener des raisonnements différents pour l'acquisition d'une même compétence : cela permet de tendre vers l'individualisation de l'apprentissage.

## 2 - L'induction ou généralisation

### 2.1 - Principe

L'induction est un type de raisonnement qui consiste à généraliser des cas particuliers. D'un phénomène observé de manière répétitive, on va induire une loi générale, sans vérifier tous les exemples. Ce raisonnement est piloté par l'objectif. Les conclusions déduites du cas particulier dépendront de l'objectif d'étude fixé.

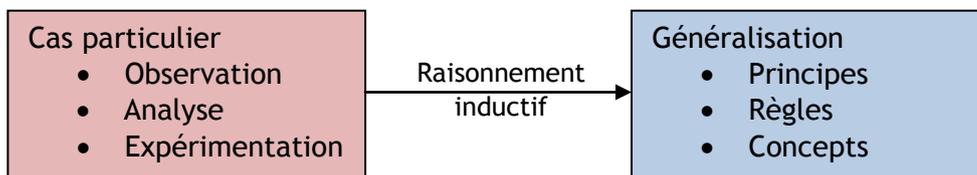


Figure 1 : Le raisonnement inductif

*Exemple : Je vois tous les jours le soleil se lever. J'induis que le soleil se lèvera tous les jours le matin. On pourrait cependant imaginer qu'un jour il ne se lève pas.*

D'un point de vue élève, le raisonnement inductif peut se traduire par « je sais ce que je cherche et je recherche le moyen d'y parvenir ».

La généralisation par voie d'induction ne garantit ni la certitude ni la vérité. Par exemple, à partir du résultat d'un sondage sur un échantillon d'une population, on induit que le résultat sera

proche sur l'ensemble de la population. Cette généralisation ne peut bien évidemment pas être une certitude.

L'induction extrait l'universel du particulier ; quand Isaac Newton (1643-1727), au vu de la chute de la pomme, a l'idée de la loi universelle de la gravitation, il fait une induction. Son observation est faite à un moment donné et il fait un pari sur la permanence de ce réel. Il existe un risque logique à faire une induction.

## 2.2 - Application en sciences de l'ingénieur

Le raisonnement inductif est utilisé lors d'activités de travaux pratiques et en projet. Pour pouvoir mener un raisonnement inductif, il faut être capable :

- D'identifier un objectif à partir d'un cas particulier,
- D'identifier les caractéristiques du cas particulier,
- De proposer un moyen d'atteindre l'objectif,
- Et de formuler la généralisation du résultat.

Lors de Travaux Pratiques, les activités de l'élève sont dirigées dans le but d'atteindre un objectif identifié. Le TP consistera donc à lui faire effectuer des mesures, consigner des observations, dans le but final d'exprimer la loi générale extrapolée du cas particulier. La démarche inductive nécessite des périodes de formalisation de la connaissance, par l'élaboration de fiches de synthèse et/ou un cours magistral suivant les activités pratiques.

## 3 - La déduction

### 3.1 - Principe

La déduction est un raisonnement qui consiste à tirer à partir d'une ou de plusieurs propositions, une autre qui en est la conséquence nécessaire, c'est à dire extraire du particulier à partir de l'universel. Il n'y a aucun risque logique à l'utiliser : elle est toujours valable dans le domaine de validité de la loi.

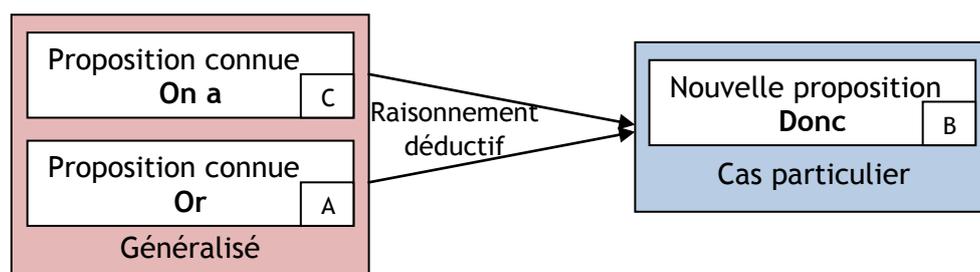


Figure 2 : Le raisonnement déductif

*Exemple : Tous les hommes sont mortels ; or Socrate est un homme ; donc Socrate est mortel.*

D'un point de vue élève, le raisonnement déductif peut se traduire par : « je sais ce qu'il faut faire ».

Remarque : Plusieurs études statistiques ont fait apparaître que seulement 25% d'une population scolaire appréhende et assimile des connaissances et des méthodes suivant la démarche déductive [1]. Tous les élèves ne font pas ce raisonnement, soit parce qu'ils n'identifient pas C comme partie de A, soit parce qu'ils n'arrivent pas à déduire la propriété B, même avec les deux prémisses (première et seconde phrase). L'élève qui fait spontanément (ou facilement) ce type

de raisonnement possède une logique bien en place, qui est celle des mathématiques et du bon sens en général.

### 3.2 - Application en sciences de l'ingénieur

Le raisonnement déductif est utilisé lors d'activités de travaux pratiques de consolidation ou de TD. Pour pouvoir mener un raisonnement déductif, il faut être capable :

- D'identifier une proposition connue (C) comme relevant de la généralité (A),
- De déduire la propriété (B) des deux propositions (A) et (C).

Lors d'une activité de TD ou de Travaux Pratiques, l'élève connaît l'objectif final et la loi à appliquer (pré requis). Il doit se mobiliser pour extraire les informations du dossier technique, faire les mesures nécessaires, choisir la simulation adéquate, de manière à obtenir un résultat.

## 4 - L'analogie

### 4.1 - Principe

L'analogie est un raisonnement qui consiste à transférer une vérité pour un cas particulier à une vérité pour un autre cas particulier grâce à des critères de ressemblance, d'analogie.

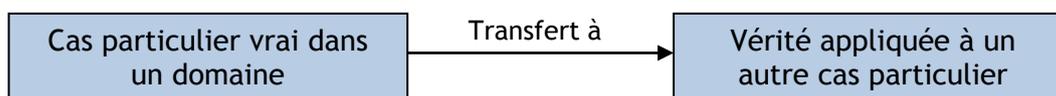


Figure 3 : Le raisonnement par analogie

Exemple :

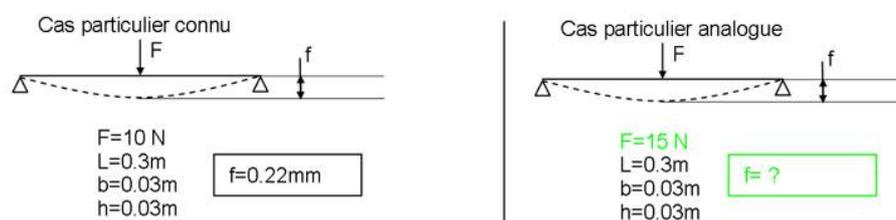


Figure 4 : Deux cas analogues. Seule une caractéristique du modèle de l'environnement change.

D'un point de vue élève, le raisonnement par analogie peut se traduire par « je reproduis la démarche déjà employée pour un problème présentant des ressemblances, que l'on établit par comparaison entre des éléments différents »

### 4.2 - Application en sciences de l'ingénieur

Pour pouvoir mener un raisonnement par analogie, il faut être capable :

- D'identifier les caractéristiques d'analogie d'un problème,
- D'extraire les caractéristiques d'analogie,
- De sélectionner un problème analogue,
- D'appliquer la démarche de résolution du problème analogue.

Toute la difficulté du raisonnement par analogie est l'identification des caractéristiques d'analogie. Pour faciliter cette opération, le raisonnement par analogie peut se décomposer en quatre étapes (l'intitulé est donné avec un point de vue élève) :

### **1. *J'ai un produit, un objectif, et je sais trouver un résultat.***

Les sciences de l'ingénieur ont pour objet l'étude de produits physiques en cours d'utilisation. La réponse du produit est liée aux phénomènes physiques mis en jeu lors de cette utilisation. Chaque étude a un objectif de vérification de performance ou de validation de solution. Pour atteindre cet objectif, il est possible de mener une activité expérimentale ou une activité de simulation ; nous nous plaçons ici dans ce dernier cas de figure. La démarche suivie est résumée dans l' « *Annexe : La démarche de simulation* ». Le point de départ du raisonnement par analogie est la connaissance de chacune des étapes du processus qui a permis d'arriver au résultat pour un produit et un objectif donné.

Ce sont les pré-requis de l'élève avant de débiter un raisonnement par analogie. L'élève peut connaître différents outils de résolution pour une étape de la démarche (par exemple, en statique, il peut connaître la résolution analytique, graphique, ou à l'aide d'un logiciel). L'élève peut également connaître différentes démarches, applicables pour atteindre différents objectifs et/ou sur différents produits (c'est typiquement le cas lors d'une évaluation finale sur plusieurs cycles de formation au cours desquels l'élève a acquis un ensemble de compétences).

### **2. *J'ai un autre objectif et/ou un autre produit physique.***

Le raisonnement par analogie a pour finalité de trouver un résultat à un objectif donné. Avant de rechercher un objectif analogue, il faut au préalable bien identifier quel est l'objectif que l'on se donne ainsi que le phénomène physique mis en jeu. En effet, c'est le phénomène physique qui va induire le choix de la théorie : si le phénomène est différent, la théorie le sera aussi et on évitera alors d'employer des analogies, du moins en pré-bac.

### **3. *J'identifie que c'est le même phénomène physique.***

Si les phénomènes physiques sont les mêmes, alors la démarche de résolution pour atteindre l'objectif peut être la même.

### **4. *J'applique la démarche pour résoudre le problème connu analogue.***

Pour atteindre notre objectif, on applique la démarche qui a permis d'atteindre l'objectif analogue. Néanmoins, si la démarche reste identique, certains points vont changer. Un cas très courant en sciences de l'ingénieur est de garder un même objectif pour un produit différent. Dans ce cas, il y a uniquement le modèle du produit et/ou de l'environnement qui va changer (concrètement, on peut changer la valeur d'un critère de performance, porter l'analyse sur une fonction technique différente d'un même produit ou étudier un produit différent)

## **5 - L'essai-erreur**

### **5.1 - Principe**

Enfin, l'essai-erreur est un « raisonnement » qui consiste à franchir des paliers sans avoir la capacité de valider si chaque franchissement est correct, mais en ayant uniquement la capacité de valider si le résultat final (que l'on suppose unique) est correct. Cette démarche, qui n'est pas un raisonnement à proprement parler (car elle permet d'atteindre un objectif sans connaître les règles permettant d'y arriver) est typiquement utilisée lorsque l'on cherche un objet sans savoir où il se trouve, lorsque l'on se perd...

A chaque palier, il faut faire un choix pour passer au palier suivant. Ainsi, certains chemins aboutiront à des impasses. Dans ce cas, il faut revenir aux paliers précédents puis se diriger vers une nouvelle voie. Différentes stratégies peuvent être envisagées :

- Retour au point de départ,

- Retour au palier où l'erreur s'est produite (il faut alors être capable de l'identifier !)...

*Exemple : lors d'une activité de recherche sur internet, il est possible d'arriver sur une page qui ne contient rien d'intéressant par rapport à un objectif donné. C'est une impasse. Il est alors possible de revenir directement à un moteur de recherche et taper un nouveau mot clé, ou encore de cliquer sur « précédent »...*

## 5.2. Application en sciences de l'ingénieur

On se place dans le cas où l'objectif est l'obtention du résultat d'une simulation. Les paliers à franchir sont donc les 7 étapes de la démarche de simulation. L'« *Annexe : Le raisonnement zapping* » illustre le raisonnement d'un élève cherchant à atteindre le 7<sup>ème</sup> palier. L'élève testera des impasses avant de trouver le bon chemin.

La stratégie de tâtonnement de franchissement de palier n'est pas totalement aléatoire. Le choix de prendre un chemin plutôt qu'un autre est orienté par des *indicateurs*, c'est-à-dire des critères donnant des renseignements sur les résultats possibles associés à un chemin.

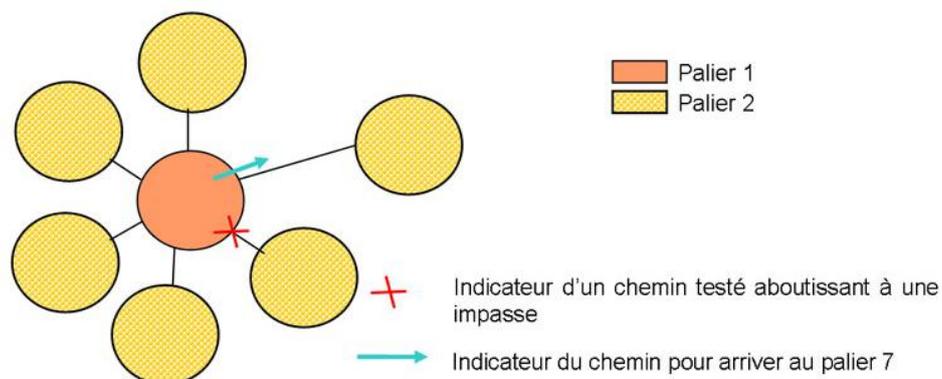


Figure 5 : Les indicateurs qui permettent de franchir des paliers

Toute la difficulté est donc d'identifier et d'évaluer ces indicateurs. L'identification se fait généralement par analogie. En effet, si un palier analogue a déjà été franchi alors il est possible d'appliquer la même démarche de franchissement. Les indicateurs seront donc souvent les critères d'analogies.

Lors du franchissement d'un palier, le chemin est mémorisé. Ainsi, si le chemin aboutit à une impasse, il y aura une nouvelle indication qui signale l'impasse.

Pour faciliter le franchissement des paliers, il est important de définir ce que sont les mots clés à retenir par l'élève lors de chaque passage. En effet, le choix du chemin ne sera pas totalement aléatoire, mais il sera également guidé par la réponse à des signaux extérieurs caractéristiques de l'étape. Dans les jeux vidéos, les joueurs sont capables d'anticiper les points clés du franchissement des différents paliers grâce à différents savoirs empiriques (« j'ai déjà rencontré une situation similaire », « ce jeu est similaire à un autre jeu » ...).

Il appartient à l'enseignant de définir les balises récurrentes à mettre en place dans les TP qui mettront l'élève dans une situation connue.

## Références :

[1]: Réflexions sur les pratiques pédagogiques, Jean Claude Cayol (Inspecteur d'académie)

[a]: La Totalité, Volume 5, Les Sciences de C. Godin (Champ Vallon)

Ressource publiée sur EDUSCOL-STI : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-cachan/>