

AXE : LA COMPREHENSION



Les problèmes résolus

OBJECTIFS ET ENJEUX

Pour de nombreux élèves, résoudre un problème (pas uniquement au sens de problème scientifique, mais applicable dans toutes les disciplines) **ou traiter un exercice** est difficile, parfois rebutant et décourageant. Difficultés qui peuvent engendrer une forte charge cognitive et des effets métacognitifs négatifs.

Il convient alors de se poser la question : est-il plus efficace pour la montée en compétence de l'élève de lui faire résoudre un problème seul et sans filet, ou en travaillant par analogie avec un problème résolu, un exemple de correction ?

Cette fiche est faite pour vous montrer que c'est le 2^{ème} mode le plus efficace !

Un problème résolu, est une correction de problème « **entièrement résolu** » pour l'apprenant, les différentes étapes étant clairement expliquées et démontrées. La technique consistant surtout à analyser la résolution du problème. C'est là où ses compétences vont se développer.

Nous vous présentons deux formes de cette technique :

1^{ère} forme : l'élève étudie les caractéristiques de la situation étudiée et les compare avec les caractéristiques de situations similaires.

2^{ème} forme : l'élève étudie à la loupe les étapes de la correction d'un exercice, afin de comprendre pourquoi elle est ainsi rédigée, et de pouvoir l'appliquer en bonne connaissance de cause sur une autre situation similaire.

A vous de voir ce que vous pouvez mettre en œuvre.

SOMMAIRE

1. Quelles sont les raisons cognitives de la supériorité d'apprentissage à partir d'un exemple analysé
2. Trois exemples d'étude de problèmes résolus, dans trois disciplines différentes

1. Quelles sont les raisons cognitives de la supériorité d'apprentissage à partir d'un exemple analysé ?

► Définition et enjeux du problème résolu

Ce n'est certainement pas une correction de problème permettant par simple similitude, d'opérer une sorte de copier-reproduire sur un problème qui semble analogue ! Cette technique est proposée à des élèves de tout âge, et de toutes disciplines.

La technique du problème résolu repose sur les points suivants :

1. **On part de données théoriques.** Ce peut être un principe de physique, une règle mathématique, une méthode de traitement d'un exercice, etc.
2. Avec les élèves, on prend **comme base de travail la résolution ou la correction d'un exemple** d'application (ou plusieurs d'ailleurs, comme on le verra plus bas).
3. Le travail consiste à examiner **pourquoi on s'y est pris de cette manière** pour résoudre le problème. Les élèves sont confrontés à analyser la démarche de résolution. Pédagogiquement on se situe davantage sur le POURQUOI pour traiter le problème, auant que sur le COMMENT on le traite, comme c'est souvent le cas en apprentissage.
4. **Les élèves développent en profondeur le mode de résolution du problème**, et deviennent nettement plus aptes à résoudre des problèmes similaires par **transfert** réussi.

► Bénéfices attendus pour les élèves

1. Pour les élèves, surtout les débutants et les plus fragiles, **la charge cognitive est moins lourde** pour résoudre des problèmes nouveaux. En effet, la résolution d'un problème nécessite :
 - . Un traitement des données de l'énoncé,
 - . Un choix de la stratégie ou de formules/règles à appliquer,
 - . L'utilisation des procédures ou notions choisies,

. Le tout sans perdre de vue la question initiale.

Ce qui fait beaucoup pour la plupart des élèves.

2. **L'activité est donc rassurante** en termes de confiance en soi, de confrontation à la difficulté, de paramètres métacognitifs.

3. Mais surtout elle permet à l'élève de **monter en compétence** dans la résolution du problème ou de l'exercice :

. Que doit-on remarquer comme éléments caractéristiques d'une situation donnée, pour conduire à la solution ? Par quelles phases du raisonnement doit-on passer et pourquoi ?

. En quoi le fait de traiter ainsi un problème de cette façon permet-il d'en traiter un autre similaire ? Et pourquoi cette méthode ne fonctionne pas dans un autre cas ?

La technique du problème résolu ne consiste pas simplement à donner la solution ou le corrigé comme modèle à mimer, mais de montrer pourquoi on résout ainsi une situation, en s'appuyant sur un exemple de référence. Afin de montrer que cette technique est un mode d'apprentissage en profondeur, nous présentons trois exemples dans trois disciplines différentes :

- Exemple 1 : sujet d'argumentation (français) ;
- Exemple 2 : calcul de l'aire d'une figure (mathématiques) ;
- Exemple 3 : analyse d'un document (enseignement moral et civique).

► Une technique en appui d'études multi-répliquées

Ces études démontrent preuves à l'appui que demander aux élèves de résoudre des exercices ou appliquer une théorie après la présentation du cours, sans en avoir étudié à la loupe un exemple, et comme on a trop souvent l'habitude de le faire, n'est pas la méthode la plus efficace.

Les études qui le prouvent sont construites de la façon suivante, après avoir expliqué le principe théorique de la notion :

. Groupe témoin :

1. Le problème à résoudre d'application de la théorie est posé. L'enseignant montre un exemple d'application (effort cognitif assez réduit pour l'élève, comme lorsqu'on regarde quelqu'un manipuler un outil nouveau).
2. Avec plus ou moins de talent, il tente de résoudre le problème donné.

3. L'enseignant donne la solution.

Groupe expérimental :

1. L'enseignant fournit aux élèves un exemple de résolution, avec :

. Le pointage des questions à se poser à tels moments de la résolution, et la façon dont on peut y répondre

. Des questions (quiz, textes à trous, ...) permettant aux élèves de voir s'ils ont compris ces manières de cheminer dans la solution.

Il ne s'agit donc en même temps d'apprendre le COMMENT, mais de comprendre le POURQUOI de cette manière de résoudre la situation.

Résultats comparés de ces deux formes d'apprentissage :

Face au traitement d'une autre situation, le deuxième groupe s'avère :

. Nettement plus rapide que le premier,

. Beaucoup plus homogène dans la production, à savoir que la résolution correcte n'est pas l'apanage des meilleurs élèves !

. La majorité des élèves sont capables de décoder des éléments profonds de la situation que les participants du premier groupe n'avaient pas décelés.

. Les élèves comprennent pourquoi certaines résolutions sont plus efficaces que d'autres.

2. Trois exemples d'étude de problèmes résolus, dans trois disciplines différentes

Pour bénéficier pleinement de la technique des problèmes résolus permettant de maîtriser la résolution d'un problème par analogie avec un autre, deux techniques sont possibles :

1. Soit l'enseignant faire surgir les points communs spécifiques entre plusieurs situations analogues.
2. Soit il fait étudier en détail une correction de référence.

Dans les deux cas, il faut **commencer par choisir les meilleurs exemples de référence**.

En particulier dans le cas 1 de repérage des points communs entre deux ou plusieurs situations analogues. **Il faut se méfier des ressemblances de forme**, que l'on appelle ressemblance de surface. Il faut aller au-delà des apparences. C'est là que réside la force pédagogique de cet apprentissage.

Au bout du compte, non seulement les élèves auront mieux compris pourquoi on résout le problème de cette façon, mais leur investissement cognitif sera moindre pour l'appliquer dans une situation nouvelle.

► Une préparation différente pour l'enseignant

Première technique pédagogique à partir de la similitude entre plusieurs situations possédant des caractéristiques communes. L'enseignant procède ainsi :

1. **Il choisit deux ou trois situations différentes possédant des caractéristiques communes** qui ne sont pas des éléments de surface. C'est peut-être cette phase de la préparation la plus délicate, mais la plus importante.
2. Dans cette activité de reconnaissance des similitudes de structure, **il peut aiguiller les élèves** en leur posant des questions intermédiaires (petit quiz, texte à trous, questions simples), qui vont leur permettre d'établir une relation entre ces situations et la notion générale qui a été présentée dans le cours.

On passe d'une technique de traitement de la situation, en respectant le déroulé étape par étape (type montage d'un meuble avec la notice IKEA), à une technique par analyse plus profonde de la situation.

Deuxième technique pédagogique que nous allons illustrer ici par les trois exemples ci-dessous, en étudiant une correction détaillée.

► Exemple 1 : sujet d'argumentation (français)

Énoncé de l'exemple résolu :

Rédiger un plan détaillé pour la question suivante :

« Penses-tu que le téléphone portable améliore notre vie ou la gêne-t-elle ? »

Nous nous mettons à la place de l'élève qui suit les différentes étapes du travail en comprenant pourquoi.

Étape de la connaissance de la règle du jeu de l'exercice :

« Je commence par me rappeler que ce n'est pas mon avis qui compte mais que je dois montrer ma capacité à réfléchir, à argumenter sur un sujet, à peser le pour et le contre. On me demande un plan détaillé, je dois donc produire deux thèses sur le sujet et pour chaque thèse, plusieurs arguments. Chaque argument doit être illustré par un exemple. »

Étape de la construction du tableau des thèses « pour » et « contre »

« On me demande deux thèses. Je vais faire un tableau au brouillon pour mettre toutes mes idées du « pour » (thèse 1) et du « contre » (thèse 2). Je ne me limite pas et je déroule les idées pour chaque thèse. Je classerai tout après. Je vais essayer de trouver 3 idées/arguments dans chaque thèse. »

Exemple résolu du tableau des idées de chaque thèse :

Thèse 1 « pour » : il améliore ma vie	Thèse 2 « contre » : il gêne ma vie
Je l'utilise tout le temps parce qu'il y a tous les outils dedans : réveil, agenda, calculatrice, Internet, vidéo, appareil photo, enregistreur vocal, musique, jeux, etc. → Il remplace d'autres appareils que je n'ai pas : un vrai réveil, un vrai appareil photo, un vrai agenda, une TV, un lecteur MP3, une console de jeux, etc.	Je suis tout le temps dessus même quand je mange ou le soir avant de dormir. → Je me couche plus tard car je suis sur mon téléphone. → Cela impacte ma santé : moins de sommeil, plus de fatigue. → Je mange en regardant mon écran, pas le temps de cuisiner, je préfère manger un truc rapide.
Je suis joignable en permanence, donc mes parents sont rassurés et je peux les prévenir à tout moment.	Je travaille moins car quand je dois faire mes devoirs, je suis tout le temps dessus. → Moins de temps de travail → Moins d'écoute en classe

	→ Moins de concentration
Je l'utilise pour apprendre. Je peux chercher des définitions sur Internet ou utiliser un logiciel de flashcards pour mémoriser mes leçons comme Anki	Je suis moins avec mes parents car je réponds tout le temps à mes amis ou je regarde des jeux ou mes réseaux sociaux. → Cela impacte ma vie sociale car je ne suis pas vraiment avec les gens en réel.

Etape de rédaction des arguments

« Une fois mes principales idées trouvées, je ne peux pas laisser le tableau sous cette forme. Je dois rédiger les idées sous forme d'arguments. Mais qu'est-ce qu'un argument ? C'est une preuve, un petit raisonnement, qui sert à appuyer mon idée. Pour faire cela, il est pratique de commencer à trouver un mot-clé qui résume chaque idée que j'ai eue. Puis je passe à la rédaction de l'argument. »

Exemple résolu de rédaction des arguments :

Idées thèse 1	Mot clé	Argument
Je l'utilise tout le temps parce qu'il y a tous les outils dedans.	Boite à outils	Le téléphone portable est une véritable boîte à outil qui améliore notre quotidien.
Je suis joignable en permanence.	Sécurité	Grâce au téléphone portable, nous sommes plus en sécurité.
Je l'utilise pour apprendre.	Apprentissage	Le téléphone peut faciliter l'apprentissage.

Idées thèse 2	Mot clé	Argument
Je suis tout le temps dessus même quand je mange ou le soir avant de dormir.	Santé	L'utilisation trop importante du téléphone peut impacter la santé.
Je travaille moins.	Apprentissage	Un usage inapproprié du téléphone peut impacter l'apprentissage.
Je suis moins avec mes parents.	Vie sociale	Être trop sur le téléphone au lieu de profiter des personnes peut isoler socialement.

Etape de trouver des exemples pour les arguments

« Après avoir rédigé les arguments, je dois les illustrer par des exemples pour montrer que j'ai bien compris leur sens. Je cherche au moins un exemple précis pour chaque exemple. »

Exemple résolu des exemples pour les arguments :

Arguments thèse 1	Exemple(s)
Le téléphone portable est une véritable boîte à outil qui améliore notre quotidien	- Applications nécessaires pour organiser le quotidien : réveil, agenda. - Applications détente : vidéo, musique, jeux, appareil photo.
Grâce au téléphone portable, nous sommes plus en sécurité.	- Possibilité d'appeler ses proches si on a un problème. - Possibilité de joindre les pompiers, la police, le SAMU.
Le téléphone peut faciliter l'apprentissage.	- Utilisation d'Internet pour chercher des définitions. - Utilisation de Anki pour mémoriser les leçons.

Arguments thèse 2	Exemple(s)
-------------------	------------

L'utilisation trop importante du téléphone peut impacter la santé.	- Utilisation le soir : moins de sommeil, plus de fatigue. - Utilisation pendant les repas ou pas de cuisine : mauvaise alimentation.
Un usage inapproprié du téléphone peut impacter l'apprentissage.	- Utilisation en cours au lieu d'écouter, donc moins de compréhension. - Utilisation au lieu de faire ses devoirs, donc moins de travail.
Être trop sur le téléphone au lieu de profiter des personnes peut isoler socialement.	- Répondre à quelqu'un alors qu'on est avec une autre personne est malpoli et nous isole de cette personne.

Dernière étape de la présentation du plan détaillé

« Une fois que j'ai rédigé mes arguments pour chaque thèse et que chaque argument a au moins un exemple, j'ai mon plan détaillé. »

Exemple résolu de plan détaillé :

Thèse 1 : le téléphone améliore la vie.

- 1. Le téléphone portable est une véritable boîte à outil qui améliore notre quotidien.**
Exemple(s) : applications du quotidien (réveil, agenda) ou détente (jeux, musique, etc.)
- 2. Grâce au téléphone portable, nous sommes plus en sécurité.**
Exemple(s) : appeler ses proches, les pompiers ou la police en cas de besoin.
- 3. Le téléphone peut faciliter l'apprentissage.**
Exemple(s) : chercher des définitions ou application pour mémoriser (Anki).

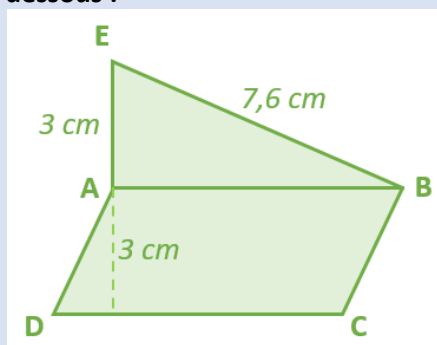
Thèse 2 : le téléphone gâche la vie.

- 1. L'utilisation trop importante du téléphone peut impacter la santé.**
Exemple(s) : impact sur le sommeil et l'alimentation.
- 2. Un usage inapproprié du téléphone peut impacter l'apprentissage.**
Exemple(s) : moins d'écoute pendant les cours et moins de travail à la maison.
- 3. Être trop sur le téléphone au lieu de profiter des personnes peut isoler socialement.**
Exemple(s) : moins de partage en réel, isolement.

► Exemple 2 : calcul de l'aire d'une figure (mathématiques)

Énoncé de l'exemple résolu :

Calculer l'aire de la figure AEBCD ci-dessous :



Nous nous mettons à la place de l'élève qui suit les différentes étapes du travail en comprenant pourquoi.

Étape de la connaissance de la règle du jeu de l'exercice :

« On me demande de calculer l'aire (c'est-à-dire la surface) de la figure. Si je décompose les étapes et étudie comment on résout cet exercice, je saurais mieux faire pour un exercice similaire ».

Etape d'observation du problème

« On me demande de calculer l'aire de la figure. Cette figure est en fait composée de deux figures géométriques : un triangle rectangle en A (EAB) et un parallélogramme quelconque (ABCD). L'aire de la figure globale est égale à la somme de l'aire de ces deux figures. Je dois donc calculer l'aire de EAB et l'aire de ABCD ».

Je me rappelle les formules suivantes :

- Aire d'un parallélogramme quelconque : je dois multiplier la longueur d'un côté par la hauteur relative à ce côté ;
- Aire d'un triangle rectangle : je dois multiplier la longueur des deux côtés issus de l'angle droit et diviser le résultat par 2.

Etape du calcul de chaque aire

Je commence par le parallélogramme. J'ai sa hauteur (3 cm) mais je n'ai pas de longueur. Il me faudrait AB ou CD. Je n'ai aucune des deux. « Donc pour l'instant je ne peux pas calculer l'aire ».

Donc je passe au triangle rectangle. Je dois faire le calcul suivant : $AE \times AB$ (multiplier la longueur des deux côtés issus de l'angle droit) et diviser par 2. Mais je n'ai que AE (3 cm) et je n'ai pas la mesure de AB. « Donc pour l'instant je ne peux pas calculer l'aire du triangle ».

« Je suis bloqué. Comment faire ? Il y a sûrement une solution ».

Etape de nouvelle observation, pour trouver une piste.

Je me prends pour Sherlock Holmes, et je vois que je dispose d'une longueur qui ne m'est pas directement utile pour mes calculs d'aire. Il doit sûrement y avoir une raison. Il s'agit de EB (5 cm). Si on me donne cette information, elle est peut-être utile. En regardant le triangle, je vois que je connais deux côtés : AE (3 cm) et EB (5 cm). Il me manque AB dont j'ai besoin.

C'est là que Sherlock Holmes se demande s'il connaît une formule qui relie les 3 côtés d'un triangle rectangle ? Oui le théorème de Pythagore. Ce théorème dit que dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux autres côtés. Avec ce théorème je peux calculer AB et ainsi je pourrai calculer l'aire du triangle rectangle ! Et comme AB est aussi nécessaire pour le parallélogramme, je pourrai aussi calculer son aire et résoudre l'exercice.

NB. On montre à l'élève qu'un problème (de maths) a toujours une solution. Il faut être suffisamment observateur (et disposer des connaissances nécessaires).

Calcul de la longueur de AB :

Puisque EAB est rectangle en A, je peux utiliser le théorème de Pythagore (l'hypoténuse étant EB) :

$$EB^2 = AB^2 + AE^2$$

$$7,6^2 = AB^2 + 3^2$$

$$AB^2 = 7,6^2 - 3^2$$

$$AB^2 = 57,8 - 9 = 48,8$$

$$AB = \sqrt{48,8}$$

$$AB = 7 \text{ cm}$$

Une fois cet obstacle surmonté

Je peux à présent calculer l'aire du triangle rectangle EAB (multiplier la longueur des deux côtés issus de l'angle droit et diviser le résultat par 2).

Calcul de l'aire A du triangle EAB

$$A = (AE \times AB) / 2$$

$$A = (3 \times 7) / 2$$

$$A = 21 / 2$$

$$A = 10,5 \text{ cm}^2$$

Et je peux à présent calculer l'aire du parallélogramme ABCD (multiplier la longueur d'un côté par la hauteur relative à ce côté).

Calcul de l'aire A du parallélogramme ABCD

$$A = AB \times h$$

$$A = 7 \times 3$$

$$A = 21 \text{ cm}^2$$

Je peux à présent calculer l'aire de la figure AEBCD (somme des aires du triangle rectangle et du parallélogramme qui la composent).

Calcul de l'aire totale

$$A = A_{\text{triangle}} + A_{\text{parallélogramme}}$$

$$A = 10,5 + 21$$

$$A = 31,5 \text{ cm}^2$$

► Exemple 3 : analyse d'un document (enseignement moral et civique)

Énoncé du problème résolu :

Document 2 : Extrait du règlement intérieur d'un collège

« Le règlement intérieur met en application :

- La liberté d'information et d'expression.
- Le principe de neutralité politique, idéologique et religieuse.
- Le respect des principes de laïcité et de pluralisme.
- Le devoir de tolérance et le respect d'autrui.
- Les garanties de protection contre toute agression physique ou morale et contre toutes discriminations. Il en découle pour chacun le devoir de n'utiliser aucune forme de violence.
- L'égalité des chances et de traitement entre filles et garçons. »

Source : site internet du collège de Rousset (Bouches-du-Rhône)

Questions

1. Relevez deux valeurs de la République auxquelles fait référence le document.
2. Nommez un texte qui garantit ces valeurs pour tous les citoyens.
3. Reproduisez sur votre copie le tableau ci-dessous. À partir du document, complétez le tableau en donnant deux interdictions et deux garanties présentes dans un règlement intérieur.

Le règlement intérieur interdit	Le règlement intérieur garantit
-	-
-	-

Adapté du sujet du diplôme national du brevet, série générale, épreuve d'histoire-géographie/enseignement moral et civique France métropolitaine, juin 2018.

Étape initiale commune à la plupart des activités

Toujours être clair sur le sens des mots utilisés

Exemple pour la situation résolue

« Pour être sûr de bien répondre à la consigne de l'exercice, je cherche les mots stratégiques, et me demande si j'ai bien compris leurs sens ». Par exemple ici, le verbe « relever ». Que signifie-t-il exactement ?

Je m'assure que le verbe « relever » implique d'aller chercher dans le document.

Je peux citer directement des passages, mais dans ce cas, je dois les mettre entre guillemets pour indiquer que je cite le document.

Idem pour le verbe « nommer ». Ce terme me précise simplement de donner le nom d'un texte qui garantit ces valeurs, sans explication.

Étape des valeurs de la République

On me demande donc de trouver dans le textes deux valeurs de la République. Le texte ne cite pas explicitement les valeurs de la République. Je dois donc les retrouver dans ma mémoire.

Je sais que les valeurs de la République sont : Liberté, Égalité, Fraternité.

« Je cherche donc dans le texte s'il est bien fait référence à deux de ces valeurs ».

Je trouve :

- « Liberté d'information et d'expression » ;
- « Égalité des chances et de traitement entre filles et garçons ».

La Fraternité n'est pas citée dans le texte.

Étape « nommer les valeurs »

« Comme ce n'est pas « relever », je dois nommer à partir de mes connaissances ».

De plus, la question dit « ces valeurs », cela fait donc référence aux valeurs de la question 1 que j'ai identifié : liberté et égalité.

Je connais plusieurs textes importants pour la démocratie française qui garantissent l'égalité et la liberté :

- La Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen de 1789,
- La Déclaration Universelle des Droits de l'Homme de 1948,
- La Constitution de la 5^{ème} République de 1958.

Citer l'un des trois est suffisant pour répondre.

Étape de recopier le tableau en le complétant

On me demande donc de trouver deux interdictions et deux garanties dans le document et les placer dans le tableau que j'aurai refait sur ma copie.

Je cherche les interdictions dans le texte. Je ne trouve pas le mot « interdiction » ou « interdit ». Je cherche donc plus largement ce qui est interdit de faire. Je trouve « protection contre toute agression physique ou morale et contre toute discriminations ». Je trouve aussi « devoir de n'user d'aucune forme de violence ».

Je déduis qu'il est donc interdit d'agresser physiquement ou moralement, de faire des discriminations ou de faire preuve de violence. Comme je trouve que « agresser » et « faire preuve de violence » se ressemblent, je vais les mettre ensemble :

Le règlement intérieur interdit	Le règlement intérieur garantit
- Toute forme de violence physique ou morale	-
- Toute discrimination	-

À présent, je cherche ce que le règlement intérieur garantit. Je trouve le terme de « garanties de protection contre toute agression physique ou morale et contre toutes discriminations ». J'ai l'impression de l'avoir déjà dit avec les interdictions. Je cherche d'autres éléments. Je me rends compte en fait que le règlement garantit la liberté

(d'information et d'expression) et l'égalité (des chances), mais également le respect d'autrui, la laïcité, le pluralisme, la neutralité politique, idéologique et religieuse. J'en choisis deux pour compléter mon tableau. Et je les choisis.

Voici le résultat de la consigne :

Le règlement intérieur interdit	Le règlement intérieur garanti
<ul style="list-style-type: none">- Toute forme de violence physique ou morale- Toute discrimination	<ul style="list-style-type: none">- La laïcité- L'égalité des chances et de traitement entre filles et garçons

Evidemment pour chaque exemple de correction proposée et étudiée comme référence, l'enseignant apporte tous les commentaires qui lui semble importants.