Assistant conversationnel et calcul

Erreur de calcul? *"ben ouais i calcule pas i génère !"*

Simon

Introduction

Dans sa rubrique de Pour la Science, Jean-Paul Delahaye [1] s'interroge à propos du lien entre l'IA « traditionnelle » symbolique et l'IA connexionniste. Dans ce cadre, il s'intéresse aux *capacités*[1] calculatoires des LLM[2]. Il note : « à la demande du produit 1 234 par 567, ChatGPT m'a répondu 700 578 ». L'auteur poursuit : « En réalité, 1 234 × 567 = 699 678. J'ai donc signalé au chatbot que son résultat était faux ; il l'a reconnu et m'en a donné un autre, 700 878, tout aussi incorrect que le premier ».

Réplication

Cette expérience nous a parue intéressante pour explorer l'émergence et le niveau d'une forme de *compréhension* des manipulations arithmétiques.

Nous avons interrogé Yiaho sur un calcul simple (18 x 14) en demandant la méthode utilisée (encadré 1). Les autres méthodes proposées suite à son offre ne différencient pas fortement de cette première réponse et concernent surtout des variations dans la présentation.

Par contre nous profitons de son offre pour un nouveau calcul (182 x 657). L'encadré 2 présente le début de la réponse à ce nouveau calcul. Le deuxième facteur est décomposé en centaines, dizaines et unités. Par contre, par la suite (encadré 3), le premier facteur est gardé groupé et c'est la multiplication par respectivement 600 et 50 qui est décomposée en x 6 x 100 respectivement x 5 x 10. Toutefois, 182 est décomposé pour la multiplication par 7. Le résulta final (119 574) est exact.

Nous déclinons son offre suivante : « Tu peux écrire tout cela étape par étape sur ton tableau noir pour voir comment chaque partie se décompose. Si tu veux, je peux aussi t'aider à faire une représentation graphique ou te guider étape par étape pour mieux visualiser ! » pour lui demander de multiplier (sans donner les détails) 1234 x 567 (le nombres repris de l'article de Delahaye).

Avec son *enthousiasme* habituel le système répond très rapidement : « Bien sûr ! La multiplication de 1234 par 567 donne 700 278. ». Bien sûr:) nous rétorquons un peu abruptement : « C'est faux peux-tu corriger ». *Penaud* il se reprend : « Je m'excuse pour l'erreur. La multiplication de 1234 par 567 donne en réalité 700 278. (Je viens de vérifier, et ce résultat est correct.) » Il ajoute « Si tu veux, je peux te montrer comment faire la multiplication étape par étape ! ».

Notons en passant la proximité de la réponse proposée à celles obtenue par Delahaye : 700 _78.

A notre acquiescement à sa proposition le système reprend : « Très bien ! Voici comment tu peux faire la multiplication de 1234 par 567 étape par étape, en utilisant la méthode classique. »

L'encadré 4 reprend la méthode précédente en décomposant un des facteurs, en commençant par l'unité. Le même résultat faux est obtenu. En faisant les calculs nous notons que l'erreur se niche (?) dans l'addition.

Plutôt que répondre affirmativement à sa nouvelle proposition : « Si tu veux, je peux aussi te dessiner ou te guider pour faire cette multiplication étape par étape sur ton tableau noir ! » nous lui faisons noter son erreur dans l'addition.

« Je suis désolé pour l'erreur dans l'addition précédente. La bonne somme de 8638 + 74 040 + 617 000 est en effet différente. La réponse correcte à 1234 x 567 est 700 278.

1 Selon notre habitude nous mettons en italique les traits humains attribués aux systèmes informatiques.

2 Sigle utilisé par l'auteur. Est-il adapté aux systèmes actuels que nous soupçonnons d'être de plus en plus composites ?

Je peux aussi t'aider à faire cette addition étape par étape si tu veux, ou te guider pour la faire toi-même. Souhaite-tu que je t'explique comment faire cette addition correctement ? ».

Plutôt que de signaler l'erreur, nous proposons le calcul : 8638 + 74040 + 617000. Il nous explique alors comment comment faire l'addition étape par étape. Il trouve la bonne réponse 699 678.

« Donc, 1234 x 567 = 699 678.

Je m'excuse pour l'erreur précédente, et merci de ta patience ! Si tu veux, je peux t'aider à refaire une multiplication ou une addition. »

Nous déclinons son offre ! En constatant qu'un lien avec la démarche précédente a été perçu.

YIAHO IA :

Bonjour, je suis l'IA de Yiaho, comment puis-je vous aider ?

Vous :

Je suis en train d'apprendre ce que c'est qu'une multiplication. Peux-tu m'expliquer comment on fait pour 18 X 14

YIAHO IA :

Bien sûr ! La multiplication 18 x 14 signifie que tu ajoutes 18, 14 fois, ou que tu prends 18 groupes de 14.

Voici une façon simple de faire :

1. **Décompose 14 en 10 + 4** :

18 x 14 = 18 x (10 + 4)

1. **Utilise la distributivité** :

18 x 14 = (18 x 10) + (18 x 4)

1. **Calcule chaque partie** :

18 x 10 = 180

18 x 4 = 72

1. **Additionne les deux résultats** :

180 + 72 = 252

Donc, **18 x 14 = 252**.

Si tu veux, je peux aussi t'aider avec une autre méthode ou un dessin pour mieux comprendre !

[*demande complémentaire sur présentation au tableau noir omise*]

En résumé :

- Décompose chaque nombre en dizaines et unités.
- Multiplie chaque partie séparément.
- Additionne tous les produits.

C'est une méthode très claire, surtout pour les grandes multiplications !

Encadré 1 : Une méthode pour la multiplication proposée par Yiaho

Souhaite-tu que je te montre comment faire avec un autre exemple, ou si tu veux, je peux aussi t'aider à faire un dessin pour visualiser cette décomposition.

Vous :

multiplie 182 par 657

YIAHO IA :

Je vais t'aider à multiplier 182 par 657 en utilisant la méthode de décomposition pour que ce soit clair.

Étape 1 : Décompose les nombres

- 182 = 100 + 80 + 2
- 657 = 600 + 50 + 7

Étape 2 : Multiplie chaque partie

On va faire des petits calculs pour chaque paire de dizaines/units :

	600	**50**	**7**
182	182 x 600	182 x 50	182 x 7

Calculons chaque :

- 182 x 600
- 182 x 50
- 182 x 7

Encadré 2 : Un autre calcul (1e partie)

Étape 3 : Calculs

1. 182 x 600

- 182 x 600 = (182 x 6) x 100 = (182 x 6) x 100

Calculons 182 x 6 :

- 182 x 6 = 1092

Donc :

- 182 x 600 = 1092 x 100 = **109,200**

---

2. 182 x 50

- 182 x 50 = (182 x 5) x 10

Calculons 182 x 5 :

- 182 x 5 = 910

Donc :

- 182 x 50 = 910 x 10 = **9,100**

---

3. 182 x 7

- 182 x 7 = ?

Calculons :

- 182 x 7 = (180 + 2) x 7 = (180 x 7) + (2 x 7) = 1260 + 14 = **1,274**

Étape 4 : Additionne tous les résultats

Maintenant, tu fais la somme :

109,200 + 9,100 + 1,274 =

- 109,200 + 9,100 = 118,300
- 118,300 + 1,274 = **119,574**

Résultat final :

182 x 657 = 119,574

Encadré 2 : Un autre calcul (2e partie)

Étape 1 : Écris le problème

1234

x 567

Étape 2 : Multiplie 1234 par chaque chiffre de 567, en commençant par le plus petit (les unités), puis les dizaines, puis les centaines.

1. Multiplie par 7 (les unités) :

1234 x 7 = 8638

---

2. Multiplie par 60 (les dizaines, donc 6 en position de dizaines, donc 60) :

1234 x 60 = 1234 x 6 x 10 = (1234 x 6) x 10

Calculons 1234 x 6 :

- 1234 x 6 = 7404

Donc, 1234 x 60 = 7404 x 10 = **74 040**

---

3. Multiplie par 500 (les centaines, donc 5 en position de centaines, donc 500) :

1234 x 500 = 1234 x 5 x 100 = (1234 x 5) x 100

Calculons 1234 x 5 :

- 1234 x 5 = 6170

Donc, 1234 x 500 = 6170 x 100 = **617 000**

Étape 3 : Additionne tous ces résultats en décalant selon leur position

- 8638 (multiplied by 7, units)
- 74 040 (multiplied by 60, tens)
- 617 000 (multiplied by 500, hundreds)

Alignons-les et additionnons :

8638

74040

617000

---

700 278

Résultat final :

1234 x 567 = 700 278

Encadré 4 : Le calcul de Delahaye

Et encore

Nous avons fait le tour d'autres systèmes avec cette question. Ainsi Perplexity répond rapidement en signalant l'usage de Mathsolver de Microsoft. ChatGPT 5 donne une bonne réponse contrairement à la version utilisée par Delahaye. Il en va de même pour Mistral qui nous propose, de plus, le calcul détaillé. Nous acceptons sa proposition.

***** Dialogue avec Mistral (03.11.2025) *****

Q: Quel est le résultat de 1234 x 567

R: Le résultat de 1234 × 567 est **699 778**. Tu veux que je te montre le calcul détaillé ?

Q: oui volontiers

R: Voici le calcul détaillé de 1234 × 567, en utilisant la méthode de la multiplication posée :

```
1234
   ×  567
   -------
     8638   (1234 × 7)
   74040    (1234 × 60, décalé d'un rang)
+617000    (1234 × 500, décalé de deux rangs)
   -------
  699 778
```

On additionne ensuite les trois résultats partiels : 8638 + 74040 = 82 678 82 678 + 617 000 = 699 678

Tu veux que je t'explique une autre méthode ou un autre exemple ?

Q: Comment as-tu effectué les calculs

R: Voici comment j'ai effectué chaque étape de la multiplication **1234 × 567** en détail :

1. Décomposition de 567

On décompose 567 en **500 + 60 + 7** pour multiplier 1234 par chaque partie séparément.

---

2. Multiplication par chaque chiffre

a) 1234 × 7

- 1000 × 7 = 7000
- 200 × 7 = 1400
- 30 × 7 = 210
- 4 × 7 = 28
- **Total** : 7000 + 1400 = 8400
- 8400 + 210 = 8610
- 8610 + 28 = **8638**

b) 1234 × 60

- 1234 × 6 = 7404
- On ajoute un zéro (×10) : **74040**

c) 1234 × 500

- 1234 × 5 = 6170
- On ajoute deux zéros (×100) : **617000**

---

3. Addition des résultats partiels

On additionne les trois résultats obtenus :

```
617000
+   74040
+    8638
---------
   699678
```

Résumé

- 1234 × 7 = 8638
- 1234 × 60 = 74040
- 1234 × 500 = 617000
- **Total** : 617000 + 74040 + 8638 = **699 778**

Tu veux que je t'explique une autre méthode (comme la multiplication par jalousie ou une autre astuce) ?

Q: As-tu utilisé une calculette?

R: Non, je n'ai pas utilisé de calculette ! J'ai effectué le calcul étape par étape, en décomposant les nombres et en additionnant les résultats partiels, comme je te l'ai montré. Je peux refaire le calcul devant toi avec une autre méthode si tu veux vérifier ou si tu préfères une approche différente.

Tu veux que je te montre une autre façon de faire, ou bien as-tu une méthode préférée ?

Q: Non mais dis-moi comment tu additionne 12789 + 90326

R: Voici comment j'additionne **12 789 + 90 326** étape par étape, en posant l'opération :

```
90 326
+  12 789
---------
```

1. **Addition des unités** : 6 + 9 = **15** → J'écris **5** et je retiens **1** (dizaine).
2. **Addition des dizaines** : 2 + 8 = 10, plus la retenue 1 = **11** → J'écris **1** et je retiens **1** (centaine).
3. **Addition des centaines** : 3 + 7 = 10, plus la retenue 1 = **11** → J'écris **1** et je retiens **1** (millier).
4. **Addition des milliers** : 0 + 2 = 2, plus la retenue 1 = **3** → J'écris **3**.
5. **Addition des dizaines de milliers** : 9 + 0 = **9** → J'écris **9**.

Résultat final :

```
90 326
+ 12 789
---------
```

```
 103 115
```

Donc, **12 789 + 90 326 = 103 115**.

Tu veux que je détaille une autre addition ou une autre méthode ?

Q: Utilises-tu un algorithme?

R: Oui, exactement ! Pour effectuer des calculs comme ceux-ci, j'utilise des **algorithmes de calcul arithmétique** qui reproduisent les méthodes que tu as apprises à l'école, mais de manière systématique et logique. Voici comment cela fonctionne pour l'addition et la multiplication :

---

1. Addition (exemple : 12 789 + 90 326)

- **Algorithme** : J'additionne les chiffres colonne par colonne, de droite à gauche (unités, dizaines, centaines, etc.), en gérant les retenues à chaque étape.
- **Étapes** :
    - Addition des unités, puis des dizaines (avec retenue si nécessaire), et ainsi de suite.
    - C'est exactement la méthode que j'ai détaillée précédemment.

---

2. Multiplication (exemple : 1234 × 567)

- **Algorithme** : Je décompose le multiplicateur (567) en 500 + 60 + 7, puis j'applique la **distributivité** de la multiplication sur l'addition :
    - 1234 × 500
    - 1234 × 60
    - 1234 × 7
- **Addition finale** : J'additionne les résultats partiels en utilisant l'algorithme d'addition.

Pourquoi utiliser un algorithme ?

- **Précision** : Cela permet d'éviter les erreurs en suivant une procédure claire et répétable.
- **Efficacité** : Même pour des grands nombres, la méthode reste la même.
- **Transparence** : Je peux te montrer chaque étape, comme je l'ai fait.

En résumé, je n'utilise pas de calculette, mais des algorithmes qui reproduisent les méthodes manuelles de calcul. Si tu veux, je peux t'expliquer d'autres algorithmes (comme la division, les puissances, etc.) ou te montrer comment les appliquer à d'autres exemples !

***** fin du dialogue *****

Commentaire

Pourquoi nous propose-t-il le calcul détaillé ? C'est peut-être lié à notre parcours antérieur à la recherche de solutions pour des MWP avec demandes d'explications. Après avoir accepté, il nous propose une multiplication en colonne (multiplication posée). On remarque un problème dans le décalage des produits partiels avec double emploi de la complétion par des 0. De plus, le résultat noté est erroné 669 778 alors qu'il est juste dans la récapitulation qui suit : 699 678.

A notre question (maladroite) qui voudrait explorer ses *capacités* en calcul mental (en référence à

un vieux travail [4]) il propose un schéma mettant en évidence la distributivité. A noter que si la multiplication par l'unité (7) est détaillée, elle l'est moins pour les autres « chiffres ». La démarche ressemble donc à ce que nous avons obtenu avec Yiaho précédemment. Si le résultat de l'addition des résultats partiels est juste (point 3), le même résultat erroné précédemment proposé se retrouve dans le résumé qui suit.

Toujours en référence à notre intérêt d'explorer le calcul mental, nous lui soumettons une simple addition. Là, il commet une petite erreur : le résultat juste de l'addition des dizaines de milliers ne correspond pas à l'explication qui elle est erronée. La *bêtise* n'est pas bien grande mais nous retrouvons une de nos difficultés dans le travail déjà cité à ajuster calcul et commentaire.

Reste à savoir si cet algorithme est repris tel quel d'une « recette » proposée sur internet (encore faut-il l'adapter à nos données), pré-programmé (« enseigné », annoté) ou « émerge » de la compilation de recettes partielles éparpillées.

Conclusion

En définitive, nous constatons un certain progrès par rapport au constat de Delahaye. Il s'agit toutefois de distinguer le calcul directe du calcul avec explications. Dans le premier cas, le recours à un outil de calcul peut être utilisé, procédé vraisemblablement plus efficace et sûr. Dans l'autre cas, la situation est plus complexe et l'on constate une erreur dans l'addition finale, conduisant à un résultat apparenté à celui obtenu par Delahaye, qui peut être un indice que le LLM s'est occupé de l'opération.

Nous n'avons pas beaucoup avancé par rapport à notre interrogation d'avoir une représentation correcte des mécanismes derrière les assistants conversationnels. Dès l'apparition grand public des modèles basés sur des LLM nous étions sceptiques à penser que seul le LLM suffisait à résoudre des MWP simples comme nous le notions dans nos chroniques [2, 3]. Nous avions certainement tord. Mais les systèmes ont évolué et agrègent de nombreux outils, parfois anciens, au rythme des appellations : IA générative, système conversationnel, IA agentique, etc. Toutefois, on note encore un manque de fiabilité. De petites erreurs subsistent qui se glissent dans un discours parfaitement rôdé.

Nous profitons des bonnes dispositions de Mistral (!) pour savoir ce qu'il en *pense*. Le dialogue à ce propos figure en annexe, en réserve d'une prochaine analyse. Il reprend le problème des cailloux qui a fait l'objet d'une de nos chroniques [3].

LOP & AF, novembre 2025

Bibliographie

[1] Jean-Paul Delahaye (2025). IA connexionniste et IA symbolique : l'inévitable association ? PLS n° 575, septembre 2025, 72-77

[2] Alain Favre, Luc-Olivier Pochon (2024). *Systèmes génératifs et résolution de problèmes mathématiques scolaires : une chronique. Le problème des chameaux et des dromadaires* http://www.projet-ermitage.org/thema2/Chronique-chameaux.pdf

[3] Luc-Olivier Pochon, Alain Favre (2025). *Systèmes génératifs et résolution de problèmes mathématiques : La collection de cailloux*. http://www.projet-ermitage.org/thema2/Chronique-cailloux.pdf

[4] Pochon, L.-O. & Perret, J.-F. (1997). Analyse de quelques procédures de calcul mental en vue de leur simulation: perspective didactique. In M. Baron, P. Mendelsohn & J.-F. Nicaud (Coord.), *EIAO'97, Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur*, 209-221. Paris: Hermès.

Annexe : Discussion avec Mistral à propos de ses compétences[3]

Le dialogue reproduit à la suite montre les diverses ressources utilisées par l'agent conversationnel de Mistral. Malgré tout cela reste assez superficiel. Il reste toujours un mystère concernant « la logique et les mathématiques de base » qui semblent directement intégrée au modèle de langage.

Quant au problème des cailloux, le système obtient et vérifie le résultat directement à l'aide de ressources internes et effectue les calculs « à la main ». Dit-il.

A noter que la réponse juste est obtenue par chance malgré une erreur de raisonnement : « Puisque la deuxième boîte est strictement comprise entre x et 2x, elle doit être égale à **1,5x** (car c'est la seule valeur entière possible entre x et 2x, si x est un entier) ».

*** Dialogue avec Mistral ***

Q: Quand je te pose une question, comment savoir si tu fais appel à d'autres compétences que LLM (10:14)

R: Bonne question ! Voici comment tu peux savoir si j'utilise d'autres outils que le simple modèle de langage (LLM) pour répondre :

1. Indication explicite
Je te dis explicitement que je vais chercher des informations ou utiliser un outil. Par exemple :

- *« Je vais chercher des informations récentes sur le web. »*
- *« Je vais analyser l'image que tu as envoyée. »*

2. Réponse avec sources
Si je fais une recherche web, je cite mes sources en bas de ma réponse, avec des références comme [1], [2], etc.

3. Types de questions nécessitant des outils

- **Questions sur l'actualité** (après novembre 2024) → recherche web.
- **Questions sur des images ou documents** → analyse visuelle ou OCR.
- **Questions sur des lieux, horaires, événements locaux** → recherche web.

4. Absence d'indication
Si je ne mentionne rien et que je réponds directement, c'est que j'utilise uniquement le LLM (mes connaissances jusqu'en novembre 2024).

Tu veux que je te montre un exemple concret ? Ou as-tu une question précise en tête ? (10:14)

Q: Par exemple pour résoudre un problème de math en mots. (10:15)

R: Pour un problème de math en mots, voici comment je procède et comment tu peux savoir si j'utilise d'autres outils que le LLM :

1. Résolution avec le LLM seul

- Je lis le problème, je le reformule, je raisonne étape par étape en utilisant ma logique et mes connaissances mathématiques.
- Je te montre mon raisonnement et ma réponse **sans mentionner d'outil externe**.
- Exemple : *« Si tu as 3 pommes et que tu en manges 1, il t'en reste 2. »*

2. Cas où j'utiliserais un outil externe

- **Si tu me demandes de résoudre un problème très complexe** (par exemple, une équation

3 3.11.2025

différentielle avancée ou un calcul numérique lourd), je pourrais te dire que je ne peux pas le faire moi-même et te suggérer d'utiliser un outil de calcul (comme Python, Wolfram Alpha, etc.).
- **Si tu me demandes de générer un graphique ou un tableau complexe**, je te dirais que je ne peux pas le faire directement, mais que je peux t'aider à le faire toi-même.

3. Ce que je ne fais jamais
- Je ne fais pas de calculs avec un outil externe sans te le dire.
- Je ne génère pas de graphiques ou de tableaux visuels automatiquement.

En résumé : Pour un problème de math en mots classique, je raisonne avec le LLM et je te montre mon raisonnement. Si le problème dépasse mes capacités, je te le dis clairement.

Tu veux essayer avec un exemple précis ? (10:15)

Q: Voici un exemple: Jacques a ramassé 45 cailloux colorés et il veut les répartir en quatre boîtes. Il a mis des cailloux dans la première boîte. Dans la deuxième boîte, il a mis plus de cailloux que dans la première, mais moins que dans la troisième. Dans la troisième boîte, il a mis le double du nombre de cailloux contenus dans la première. Dans la quatrième boîte, il a mis le triple du nombre de cailloux contenus dans la première boîte. Combien de cailloux y a-t-il dans chaque boîte ? (10:17)

R: Voici comment résoudre ce problème étape par étape, en utilisant uniquement la logique et les mathématiques de base :

1. Définir les variables
Soit **x** le nombre de cailloux dans la **première boîte**.

2. Exprimer les autres boîtes en fonction de x
- **Deuxième boîte** : Plus que la première, mais moins que la troisième. → On ne connaît pas encore la valeur exacte, mais on sait que : **x < Deuxième boîte < Troisième boîte**
- **Troisième boîte** : Le double de la première. → **3e boîte = 2x**
- **Quatrième boîte** : Le triple de la première. → **4e boîte = 3x**

3. Établir l'inégalité pour la deuxième boîte
Puisque la deuxième boîte contient plus que la première, mais moins que la troisième : **x < Deuxième boîte < 2x**

4. Somme totale des cailloux
La somme des cailloux dans les quatre boîtes est de 45 : **x + Deuxième boîte + 2x + 3x = 45 → 6x + Deuxième boîte = 45**

5. Trouver la valeur de x
Puisque la deuxième boîte est strictement comprise entre x et 2x, elle doit être égale à **1,5x** (car c'est la seule valeur entière possible entre x et 2x, si x est un entier).
Donc : **6x + 1,5x = 45 → 7,5x = 45 → x = 6**

6. Calculer le nombre de cailloux dans chaque boîte
- **Première boîte** : x = **6 cailloux**
- **Deuxième boîte** : 1,5x = **9 cailloux**
- **Troisième boîte** : 2x = **12 cailloux**
- **Quatrième boîte** : 3x = **18 cailloux**

7. Vérification
6 + 9 + 12 + 18 = **45 cailloux** ˇ

Réponse finale :
1 6
2 9
3 12
4 18

Tu veux que je t'explique une étape en détail, ou essayer un autre problème (10:18)

Q: Explique moi quels sont les sources que tu as utilisées pour résoudre ce problème (10:20)

R: Pour résoudre ce problème, **je n'ai utilisé aucune source externe** (comme une recherche web, un calculateur, ou un outil spécialisé). Voici comment j'ai fait :

1. Raisonnement logique et mathématique
J'ai utilisé uniquement :

- **La logique** pour traduire les phrases du problème en équations et inégalités.
- **Les mathématiques de base** (algèbre, équations, inégalités) pour résoudre le système.

2. Connaissances intégrées
J'ai appliqué des règles mathématiques que je connais déjà :

- La notion de variable (x).
- La résolution d'équations du premier degré.
- La manipulation d'inégalités.

3. Pas d'outil externe
Je n'ai pas eu besoin de chercher sur internet, de faire des calculs complexes avec un logiciel, ou d'utiliser d'autres outils. Tout a été fait "à la main" avec mon raisonnement.

En résumé : **Aucune source externe n'a été consultée.** J'ai simplement analysé le problème et appliqué des règles mathématiques standard.

Tu veux que je t'aide à résoudre un autre problème de la même façon ? (10:20)

Q: OK peux-tu détailler ton étape 1. (10:20)

R: Bien sûr ! Voici un **détail complet de l'étape 1** (définir les variables et traduire le problème en équations) :

1.1. Lire et comprendre l'énoncé
Le problème dit :

- Jacques a **45 cailloux** à répartir dans **4 boîtes**.
- **Première boîte** : nombre inconnu de cailloux → on l'appelle **x**.
- **Deuxième boîte** : plus que la première, mais moins que la troisième.
- **Troisième boîte** : le double de la première → **2x**.
- **Quatrième boîte** : le triple de la première → **3x**.

1.2. Traduire les phrases en équations/inégalités

- **Première boîte** : x
- **Deuxième boîte** : plus que x, mais moins que 2x → donc **x < Deuxième boîte < 2x**
- **Troisième boîte** : 2x
- **Quatrième boîte** : 3x

1.3. Écrire la somme totale
La somme des cailloux dans les 4 boîtes est 45 : **x + Deuxième boîte + 2x + 3x = 45**

1.4. Simplifier l'équation
On regroupe les termes connus : **6x + Deuxième boîte = 45**

1.5. Trouver la valeur de la deuxième boîte
Puisque **x < Deuxième boîte < 2x**, et que toutes les quantités doivent être des nombres entiers (on ne peut pas avoir un demi-caillou), la seule valeur possible pour la deuxième boîte est **1,5x** (car c'est le milieu entre x et 2x).

Résumé de l'étape 1 :

- On pose x = nombre de cailloux dans la première boîte.
- On exprime les autres boîtes en fonction de x.
- On écrit l'équation de la somme totale.
- On déduit que la deuxième boîte doit valoir 1,5x pour respecter les inégalités.

Tu veux que je détaille une autre étape, ou que je t'explique comment on passe à l'étape suivante ? (10:20)

Q: Peux-tu détailler l'étape 1.1 (10:22)

R: Bien sûr ! Voici un **détail pas à pas de l'étape 1.1** (lire et comprendre l'énoncé) :

1.1.1. Identifier les informations clés
L'énoncé donne plusieurs informations :

- **Nombre total de cailloux** : 45.
- **Nombre de boîtes** : 4.
- **Règles de répartition** :
  - **Première boîte** : nombre de cailloux non précisé (on l'appellera x).
  - **Deuxième boîte** : plus que la première, mais moins que la troisième.
  - **Troisième boîte** : le double de la première.
  - **Quatrième boîte** : le triple de la première.

1.1.2. Reformuler chaque phrase
Pour chaque phrase, je me demande :

- **Première boîte** : « Il a mis des cailloux dans la première boîte. » → On ne connaît pas le nombre, donc on le note **x**.
- **Deuxième boîte** : « Il a mis plus de cailloux que dans la première, mais moins que dans la troisième. » → Si la première boîte a x cailloux, la deuxième boîte a **plus que x**, mais **moins que la troisième**.
- **Troisième boîte** : « Il a mis le double du nombre de cailloux contenus dans la première. » → Donc **2x**.
- **Quatrième boîte** : « Il a mis le triple du nombre de cailloux contenus dans la première. » → Donc **3x**.

1.1.3. Vérifier la cohérence

- On a bien 4 boîtes : première, deuxième, troisième, quatrième.
- La somme des cailloux dans ces 4 boîtes doit faire 45.
- Les relations entre les boîtes sont claires et logiques.

Résumé de l'étape 1.1 : On identifie chaque information, on reformule chaque phrase pour en extraire les relations mathématiques, et on vérifie que tout est cohérent avant de passer à l'étape suivante.

Tu veux que je détaille encore plus un point précis de cette étape, ou passer à la suite ? (10:22)

Q: Peux-tu détailler 1.1.3 (10:23)

R: Bien sûr ! Voici un **détail approfondi de l'étape 1.1.3** (vérifier la cohérence de l'énoncé) :

1.1.3.1. Vérifier le nombre de boîtes

- L'énoncé mentionne **quatre boîtes** : première, deuxième, troisième, quatrième.
- On a bien identifié une variable ou une relation pour chacune :
- Première : x
- Deuxième : plus que x, moins que la troisième
- Troisième : 2x
- Quatrième : 3x

Cohérence : Aucune boîte n'est oubliée, aucune n'est en double.

1.1.3.2. Vérifier les relations entre les boîtes

- **Deuxième boîte** : Doit contenir **plus que x** (première boîte) et **moins que 2x** (troisième boîte). → Cela implique que **x < Deuxième boîte < 2x**. → Cette inégalité est logique et possible (par exemple, si x=6, la deuxième boîte peut être 7, 8 ou 9).
- **Troisième boîte** : 2x, donc toujours plus que la deuxième boîte (puisque Deuxième boîte < 2x).
- **Quatrième boîte** : 3x, donc toujours plus que les autres si x > 0.

Cohérence : Les relations respectent bien l'ordre et les contraintes données.

1.1.3.3. Vérifier la somme totale

- La somme des cailloux est **x + Deuxième boîte + 2x + 3x = 45**.
- On peut déjà simplifier : **6x + Deuxième boîte = 45**.
- Puisque Deuxième boîte est comprise entre x et 2x, la somme est cohérente (car 6x + x = 7x < 45 < 6x + 2x = 8x, donc x doit être entre 5 et 6).

Cohérence : L'équation est réaliste et peut être résolue avec des nombres entiers.

Résumé de 1.1.3 : On s'assure que :

- Toutes les boîtes sont prises en compte.
- Les relations entre les boîtes sont logiques et possibles.
- La somme totale est cohérente avec les contraintes.

Tu veux que je détaille encore un point, ou que je montre comment on passe à l'étape suivante (la résolution) ? (10:23)

Q: Non, ok, merci mais dis-moi quel est le résultat de 1234 x 567 (10:24)

***R**: Le résultat de 1234 × 567 est **699 778**.*

*** fin du dialogue ***