

BROUILLON - À LA RECHERCHE DE RACINES N-IÈMES

CHRISTOPHE BAL

*Document, avec son source L^AT_EX, disponible sur la page
<https://github.com/bc-writings/bc-public-docs/tree/main/drafts>.*

Mentions « légales »

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons « Attribution – Pas d’utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International ».



TABLE DES MATIÈRES

1. Racine carré d’un petit naturel	2
2. Racine cubique d’un petit naturel	3
3. AFFAIRE À SUIVRE...	4

1. RACINE CARRÉ D'UN PETIT NATUREL

Fait 1.1. *Étant donné connue la valeur de n^2 où $n \in \llbracket 0; 99 \rrbracket$, il est humainement assez facile de retrouver n .*

Méthode expliquée. Commençons par les carrés des naturels appartenant à $\llbracket 0; 9 \rrbracket$.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n^2	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81

Il semble évident que la connaissance du tableau précédent soit un passage obligé. Intéressons-nous maintenant aux chiffres des unités des carrés précédents.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dernier chiffre de n^2	0	1	4	9	6	5	6	9	4	1

En oubliant la colonne évidente de zéros, nous constatons une « symétrie » relativement à la colonne des 5. On peut même retenir qu'un chiffre et son complément à 10 auront des carrés avec le même chiffre des unités.

Continuons notre analyse pour $n \in \llbracket 10; 99 \rrbracket$ en notant d le chiffre des dizaines de n , et u celui des unités, de sorte que $n = 10d + u$. Comme le cas $u = 0$ se résume par le tableau évident ci-dessous, nous allons finir la preuve avec $d \neq 0$ et $u \neq 0$.

n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n^2	0	100	400	900	1600	2500	3600	4900	6400	8100

Nous avons les calculs suivants de niveau seconde.

$$\begin{aligned} n^2 &= (10d + u)^2 \\ &= 100d^2 + 20du + u^2 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

Comme $u \in \llbracket 1; 9 \rrbracket$, nous savons que $u \geq 1$ et $u^2 \geq 1$. Nous avons des minoration similaires pour d . Ceci nous donne les implications logiques suivantes.

$$d \in \llbracket 1; 9 \rrbracket \quad \text{et} \quad u \in \llbracket 1; 9 \rrbracket$$

$$\stackrel{\text{donc}}{\implies} d^2 \geq 1 \quad \text{et} \quad du \geq 1$$

$$\stackrel{\text{donc}}{\implies} 100d^2 \geq 100 \quad \text{et} \quad 20du \geq 20$$

Le chiffre des unités de $n^2 = 100d^2 + 20du + u^2$ est donc celui de u^2 .

Passons à d le chiffre des dizaines. Considérons par exemple $78^2 = 6084$. Le précédent tableau nous donne l'encadrement $4900 < 6084 < 6400$, c'est-à-dire $70^2 < 6084 < 80^2$. Par stricte croissance de la fonction carré, nous constatons que le nombre de centaines nous permet de trouver la valeur de d sans aucune ambiguïté.

Donc, si nous savons juste que $n^2 = 6084$ avec $n \in \llbracket 0; 99 \rrbracket$, nous pouvons affirmer que $n = 7\bullet$, puis, en nous aidant du premier tableau de cette preuve, comme 4 est le chiffre des unités de 6084, nous devinons que $n = 72$ ou $n = 78$. Il nous reste à faire le bon choix. L'idée est simple : il suffit de calculer 75^2 , ce qui est facile à faire via l'astuce suivante que nous admettrons.

- On calcule $7 \times 8 = 56$ où $8 = 7 + 1$.
- 75^2 s'obtient en collant 25 à la suite de 56, d'où $75^2 = 5625$.

Finalement comme $72^2 < 75^2 < 6084$, le seul cas possible est de choisir $n = 78$ pour obtenir $n^2 = 6084$.

Vérifions que nous avons compris en devinant la valeur de $n \in \llbracket 0; 99 \rrbracket$ telle que $n^2 = 8649$.

- Le nombre de centaines de 8649 est 86 qui est compris entre $81 = 9^2$ et $100 = 10^2$, d'où $n = 9\bullet$.
- 8649 se finit par 9 donc nous devons choisir entre $n = 93$ et $n = 97$.
- $95^2 = 9025$ via $9 \times 10 = 90$.
- Comme $8649 < 95^2$, forcément $n = 93$.

2. RACINE CUBIQUE D'UN PETIT NATUREL

Fait 2.1. *Étant donné connue la valeur de n^3 où $n \in \llbracket 0; 99 \rrbracket$, il est humainement très facile de retrouver n .*

Méthode expliquée. Commençons par les cubes des naturels appartenant à $\llbracket 0; 9 \rrbracket$.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n^3	0	1	8	27	64	125	216	343	512	729

Il semble évident que la connaissance du tableau précédent soit un passage obligé. Intéressons-nous maintenant aux chiffres des unités des cubes précédents.

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dernier chiffre de n^3	0	1	8	7	4	5	6	3	2	9

Nous constatons quelque chose de fort sympathique : le chiffre des unités de n^3 est celui de n , exception faite pour les deux associations suivantes $2 \longleftrightarrow 8$ et $3 \longleftrightarrow 7$. Il n'y a aucune répétition dans la deuxième ligne du tableau !

Nous voilà prêt à analyser le cas restant de $n \in \llbracket 10; 99 \rrbracket$ en notant d le chiffre des dizaines de n , et u celui des unités, de sorte que $n = 10d + u$. Comme le cas $u = 0$ se résume par le tableau évident ci-dessous, nous allons finir la preuve avec $d \neq 0$ et $u \neq 0$.

n	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n^3	0	1000	8000	27 000	64 000	125 000	216 000	343 000	512 000	729 000

Nous avons les calculs suivants rédigés pour un niveau seconde.

$$\begin{aligned}
 n^3 &= (10d + u)^3 \\
 &= (10d + u)(10d + u)^2 \\
 &= (\textcolor{brown}{10d} + \textcolor{green}{u})(100d^2 + 20du + u^2) \quad \begin{array}{l} \textcolor{blue}{\left. \begin{array}{l} P^3 = P \times P \times P = P \times P^2 \\ (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \end{array} \right\}} \end{array} \\
 &= \textcolor{brown}{1000d^3} + \textcolor{brown}{200d^2u} + \textcolor{brown}{10du^2} + \textcolor{green}{100d^2u} + \textcolor{green}{20du^2} + \textcolor{green}{u^3} \\
 &= 1000d^3 + 300d^2u + 30du^2 + u^3
 \end{aligned}$$

Comme $u \in \llbracket 1; 9 \rrbracket$, nous savons que $u \geq 1$, $u^2 \geq 1$ et $u^3 \geq 1$. Nous avons des minoration similaires pour d . Ceci nous donne les implications logiques suivantes.

$$d \in \llbracket 1; 9 \rrbracket \quad \text{et} \quad u \in \llbracket 1; 9 \rrbracket$$

$$\stackrel{\text{donc}}{\implies} d^3 \geq 1 \quad , \quad d^2u \geq 1 \quad \text{et} \quad du^2 \geq 1$$

$$\stackrel{\text{donc}}{\implies} 1000d^3 \geq 1000 \quad , \quad 300d^2u \geq 300 \quad \text{et} \quad 30du^2 \geq 30$$

Le chiffre des unités de $n^3 = 1000d^3 + 300d^2u + 30du^2 + u^3$ est donc celui de u^3 , un chiffre facile à retrouver grâce au deuxième tableau au début de cette preuve.

Il reste à trouver d le chiffre des dizaines. Ceci est bien plus simple que pour un carré. Pour comprendre l'astuce, nous allons considérer $78^3 = 474\,552$. Le précédent tableau nous donne l'encadrement $343\,000 < 474\,552 < 512\,000$, c'est-à-dire $70^3 < 474\,552 < 80^3$. Par stricte croissance de la fonction cube, nous constatons que le nombre de cent-milliers nous permet de trouver la valeur de d sans aucune ambiguïté.

Vérifions que nous avons compris en devinant la valeur de $n \in \llbracket 0; 99 \rrbracket$ telle que $n^3 = 300\,763$.

- 300 763 se finit par 3 donc, via $3 \longleftrightarrow 7$, nous savons que $n = \bullet 7$.
- Le nombre de cent-milliers de 300 763 est 300 qui est compris entre $216 = 6^3$ et $343 = 7^3$, d'où $n = 67$.

3. AFFAIRE À SUIVRE...
