

LA MYSTÉRIEUSE CONJECTURE D'ALICIA

ALBERTO MERCADO
CONSTANZA ROJAS-MOLINA

21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1
6, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8
4, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

Idée originale: Alberto Mercado Saucedo

Scénario: Alberto Mercado Saucedo y Constanza (Coni) Rojas-Molina

Illustrations: Constanza (Coni) Rojas-Molina

Couleur: Kóte Carvajal

Graphisme: Francisca Galleguillos

Assistance adaptation version française: Zélie Tournoud

LA MYSTÉRIEUSE CONJECTURE D'ALICIA

ALBERTO MERCADO
ET
CONSTANZA (CONI) ROJAS-MOLINA

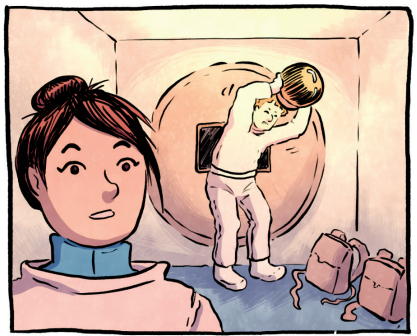
21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1

6, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8

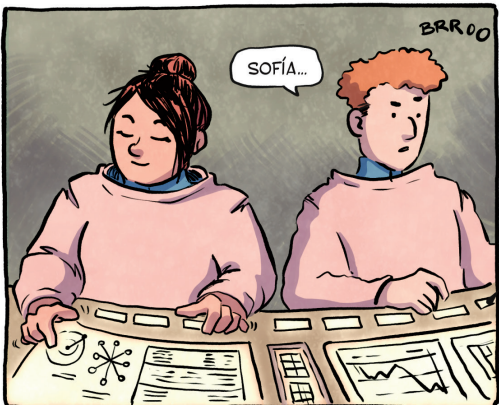
4, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

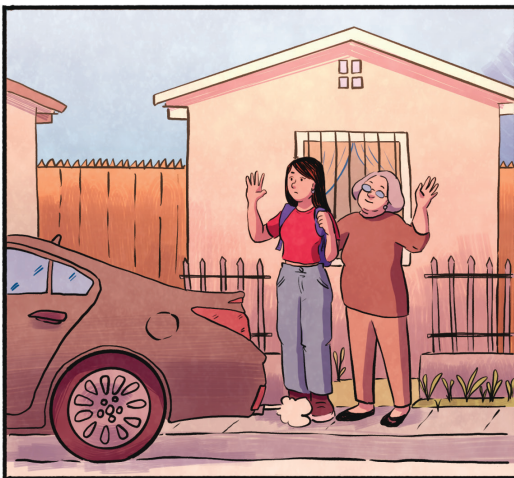
52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1



Bienvenue à bord de l'orbiteur RP-7. Nous vous souhaitons un bon voyage.





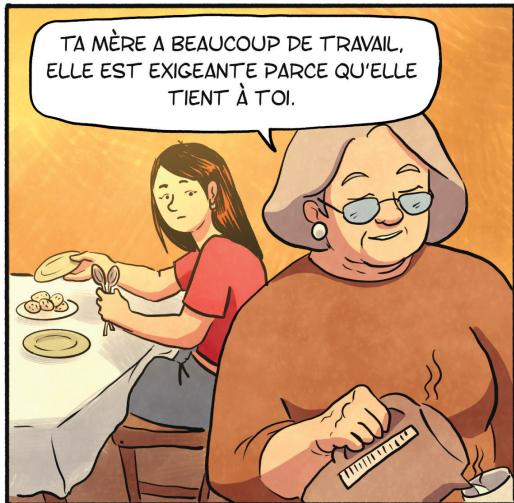


MA CHÉRIE,
COMMENT VAS-TU ?

ÇA VA MAMIE.

VOUS VOUS
ÊTES ENCORE
DISPUTÉES ?

OÙ!...



TA MÈRE A BEAUCOUP DE TRAVAIL,
ELLE EST EXIGEANTE PARCE QU'ELLE
TIENT À TOI.



MAIS ELLE NE
M'ÉCOUTE PAS !

SOIS PATIENTE. ELLE
T'AIME BEAUCOUP

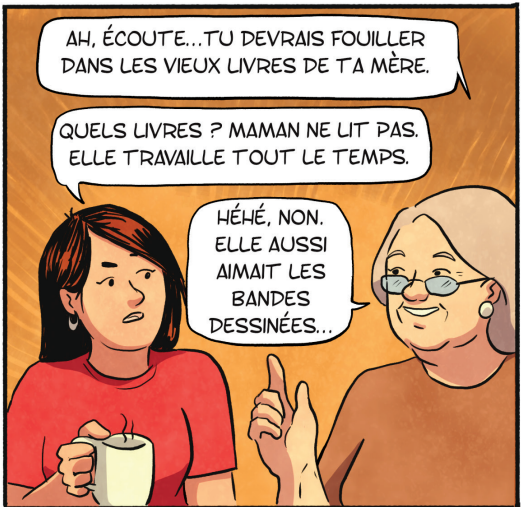


TU ES FATIGUÉE ? TU AS UN
CONTRÔLE LUNDI, C'EST ÇA ?

J'AI FINI DE RÉVISER... MAIS MAMAN NE ME
CROIT PAS, ELLE NE ME FAIT PAS CONFIANCE.

ALORS TU
POURRAIS LIRE
TON LIVRE, LA
BD QUE JE T'AI
OFFERTE !

MAMAN ME L'A PRISE.



AH, ÉCOUTE... TU DEVRAIS FOUILLER
DANS LES VIEUX LIVRES DE TA MÈRE.

QUELS LIVRES ? MAMAN NE LIT PAS.
ELLE TRAVAILLE TOUT LE TEMPS.

HÉHÉ, NON.
ELLE AUSSI
AIMAIT LES
BANDES
DESSINÉES...

VA DONC VOIR DANS LA VIEILLE ARMOIRE.



DES ORBITES ?

Le problème des orbites

Plusieurs exemples d'orbites

* 35, 106, 53, 169, 80,
40, 20, 10, 5, 16, 8,
4, 2, 1
* 16, 8, 4, 2, 1

* 11, 34, 17, 52, 26,
13, 40, 20, 10, 5,
16, 8, 4, 2, 1
* 7, 22, 11, 34, 17, 52, 26,
13, 40, 20, 10, 5, 16,
8, 4, 2, 1

5, 16, 8, 4, 2, 1
6, 3, 10, 5, 16, 8
4, 2, 1

* 48, 24, 12, 6, 3, 10,
5, 16, 8, 4, 2, 1
26, 13, 40, 20
10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
11, 34, 17, 52, 26,
13, 40, 20, 10, 5, 16

* 9, 2
52, 26

"TOUTES LES ORBITES SE TERMINENT-ELLES PAR 4-2-1?"

LES ORBITES SERAIENT ... DES LISTES DE NOMBRES ?

COMMENT SE FORMENT-ELLES ?

POUR PASSER DE 6 À 3... IL FAUT DIVISER PAR DEUX ! PAREIL POUR PASSER DE 8 À 4. MAIS...

48, 24, 12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
6 → 3
3 = 6/2
8 → 4
4 = 8/2

POURQUOI MAMAN A-T-ELLE CE CARNET ?

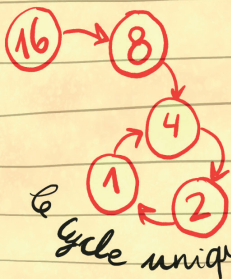
QUE CHERCHAIT-ELLE ?

...SI CE N'EST PAS DIVISIBLE PAR DEUX ? COMMENT PASSER DE 3 À 10, ET DE 5 À 16 ?

3 → 10 = 3 × 3 + 1
5 → 16 = 5 × 3 + 1

C'EST ÇA !! IL FAUT MULTIPLIER PAR 3 ET AJOUTER 1.

$$a_{n+1} = \begin{cases} \frac{a_n}{2} & \text{si } a_n \text{ est pair} \\ 3a_n + 1 & \text{si } a_n \text{ est impair} \end{cases}$$



Toutes les orbites terminent en 4-2-1?
Elles terminent toutes ainsi ?

J'ai trouvé une orbite différente
5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7.
C'est un autre cycle ?

5 → 14

LE 5 EST SUIVI DU 14 ? C'EST BIZARRE...

MAIS 5 FOIS 3 ÉGALE 15, PAS 14...





TU SAIS, J'AI RENCONTRÉ UN PROBLÈME TRÈS ÉTRANGE.

DE QUEL GENRE ?

DES NOMBRES.



UN PROBLÈME DE MATHS ?

OUI, OUI, MAIS PAS COMME CEUX QU'ON RÉSOULT EN COURS. CELUI-CI EST... DIFFÉRENT.

Le problème des orbites

21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1

30, 15, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

AH OUI, ÇA SE TERMINE TOUJOURS DE LA MÊME MANIÈRE...

ET ÇA, QUEL QUE SOIT LE NOMBRE AVEC LEQUEL ON COMMENCE. BIZARRE, NON ?



MMHH... TU DEVRAIS REGARDER SUR WIKIPÉDIA.
IL DOIT BIEN Y AVOIR UNE FORMULE, IL Y EN A
POUR TOUT...

EN CHERCHANT QUOI ? JE NE SAIS PAS COMMENT
S'APPELLE LE PROBLÈME, NI MÊME SI C'EN EST UN...

TU PEUX SÛREMENT CALCULER PAR ORDINATEUR
POUR VOIR SI TOUS LES NOMBRES SE TERMINENT DE
LA MÊME FAÇON, ET ... TU L'AS TROUVÉ OÙ DÉJÀ ?

DANS UN VIEUX CAHIER
DE MA MÈRE.

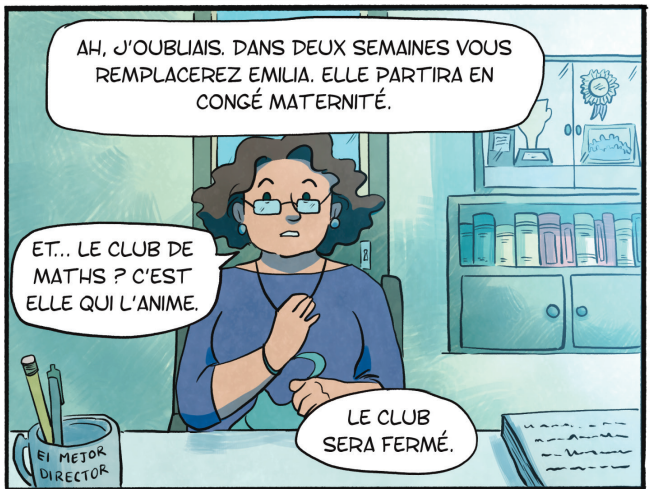
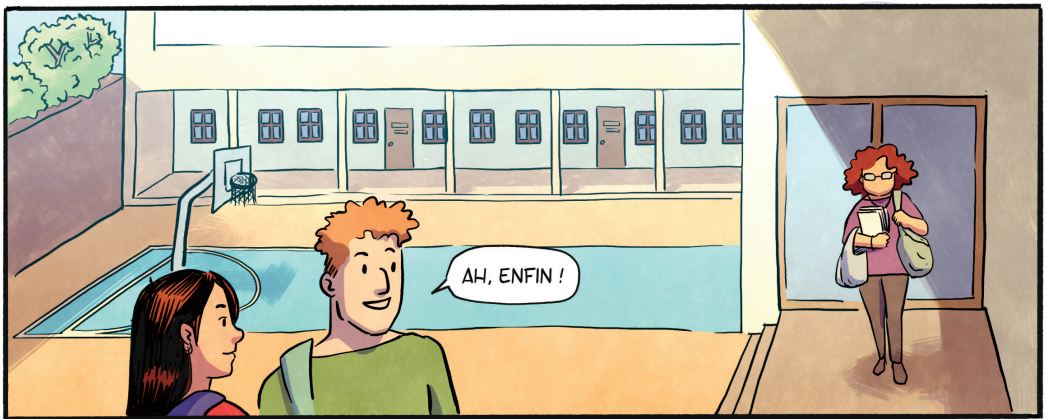
VOUS NE VOUS ÉTIEZ PAS DISPUTÉES ?

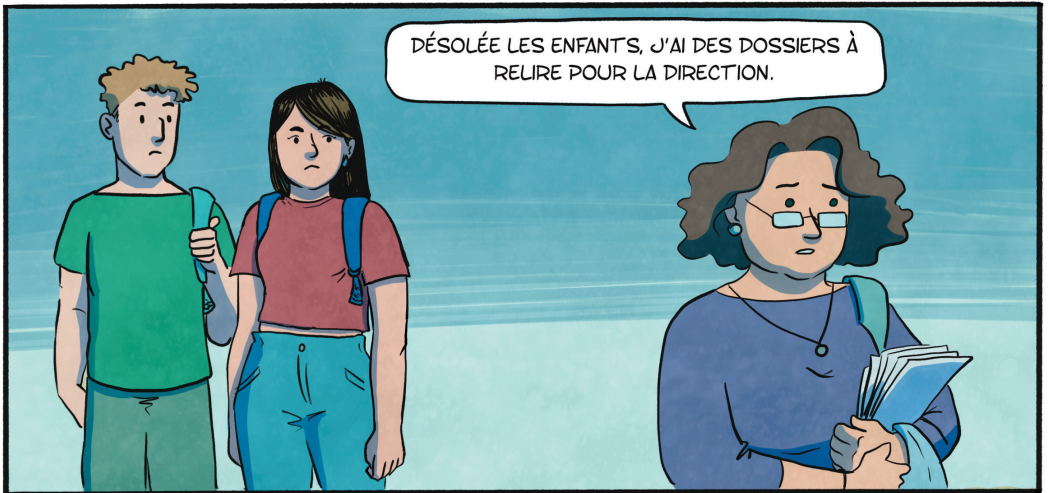
SI, MAIS C'EST MA
GRAND-MÈRE QUI ME
L'A MONTRÉ.

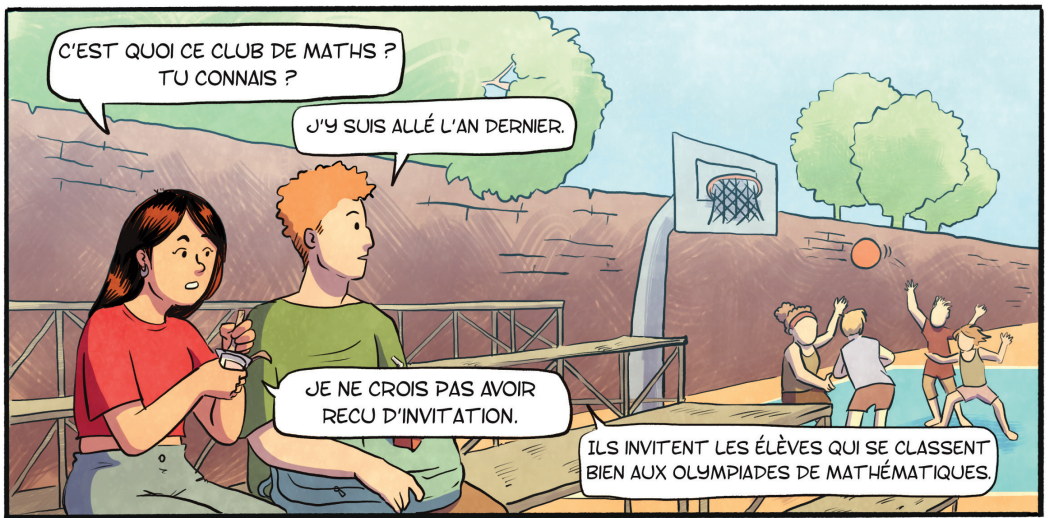
POURQUOI NE PAS POSER
LA QUESTION À TA MÈRE ?

OH, JE SUIS SÛRE QU'ELLE A OUBLIÉ.
ÇA ME SEMBLE TROP CAPTIVANT POUR
QU'ELLE PUISSE S'Y INTÉRESSER.









C'EST QUOI CE CLUB DE MATHS ?
TU CONNAIS ?

J'Y SUIS ALLÉ L'AN DERNIER.

JE NE CROIS PAS AVOIR
RECU D'INVITATION.

ILS INVITENT LES ÉLÈVES QUI SE CLASSENT
BIEN AUX OLYMPIADES DE MATHÉMATIQUES.



AH, C'EST DE LA COMPÉT'.

MMHH.. LA PROF
DISAIT TOUJOURS...



...QU'IL S'AGIT D'APPRENDRE
PLUTÔT QUE DE CONCOURR.

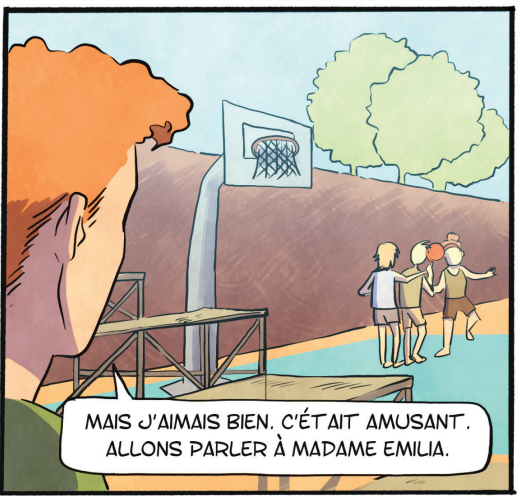
MA MÈRE NE VEUT PAS QUE JE PERDE MON
TEMPS SI ÇA NE COMPTE PAS POUR LE BAC.
POURQUOI TU AS ARRÊTÉ D'Y ALLER ?



HÉ ! TU M'ÉCUTES ?
POURQUOI TU AS ARRÊTÉ ?

AH... OUI ! EUH... JE N'ÉTAIS PAS
TOUJOURS À L'AISE AVEC L'ESPRIT DE
COMPÉTITION.

...PARCE QUE LES AUTRES
ÉTAIENT MEILLEURS QUE MOI.



MAIS J'AIMAIS BIEN, C'ÉTAIT AMUSANT.
ALLONS PARLER À MADAME EMILIA.



TU CROIS QU'ELLE PEUT NOUS AIDER ?



OUI ! ELLE NOUS DIRA AU MOINS OÙ CHERCHER.



MADAME ?

BONJOUR
NICOLAS ! ET
BONJOUR...

SOFIA, DE 1ÈRE B.

ENTREZ !
QU'EST-CE QUI
VOUS AMÈNE ?



NOUS AVONS UN PROBLÈME À VOUS EXPOSER : SI ON
PREND UN NOMBRE ET QU'ON ÉCRIT L'ORBITE QUI LE
SUIT, ARRIVE-T-ON TOUJOURS À LA MÊME FIN ?

L'ORBITE ? DE
QUELLE ORBITE
PARLEZ-VOUS ?



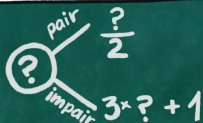
JE PEUX ?

BIEN SÛR !

PAR EXEMPLE, SI NOUS COMMENÇONS PAR 8, 8 EST SUIVI DE 4, PUIS DE 2 ET DE 1, PUIS DE 4, DE 2 ET ENCORE DE 1.

8-4-2-1
3-10-5-16-8-4-2-1

MAIS CELA PEUT AUSSI ÊTRE 3, PUIS 10, 5, 16, ET 8, 4, 2, 1, À NOUVEAU.



LA RÈGLE EST LA SUIVANTE : SI LE NOMBRE EST PAIR, ON LE DIVISE PAR 2, MAIS S'IL EST IMPAIR, ON LE MULTIPLIE PAR 3 ET ON AJOUTE 1 AU RÉSULTAT.

C'EST COMME ÇA QU'ON FAIT LES ORBITES, ET ÇA TERMINE TOUJOURS PAREIL...

MOI JE PENSE OUI, LES ORBITES SE TERMINENT TOUJOURS DE LA MÊME FAÇON. ÇA DOIT ÊTRE FACILE À PROUVER, NON ?

ENFIN... ON SE LE DEMANDE : EST-CE QUE ÇA TERMINE VRAIMENT TOUJOURS PAREIL ?

JE CONNAIS CE PROBLÈME. NON, CE N'EST PAS FACILE DU TOUT. EN FAIT, PERSONNE NE LE SAIT. C'EST UNE...

CONJECTURE.

CONJECTURE

THÉORÈME

UNE **CONJECTURE** EST UNE AFFIRMATION QUI SEMBLE VRAIE, MAIS DONT ON N'EST PAS TOUT À FAIT SÛR.

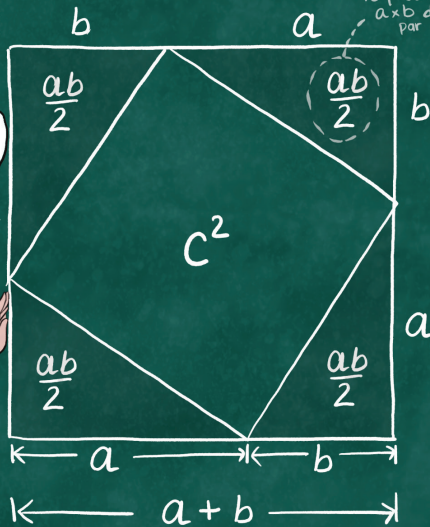
À LA DIFFÉRENCE D'UN **THÉORÈME**...

DONT ON SAIT QU'IL EST VRAI.

COMME... LE THÉORÈME DE PYTHAGORE ?

... EXACTEMENT ! LA PREUVE DE CE THÉORÈME EST BIEN CONNUE.

EN FAIT, IL EXISTE PLUSIEURS PREUVES !



$$(a+b)^2 = c^2 + 4 \frac{ab}{2}$$

"donc"

$$\Rightarrow a^2 + 2ab + b^2 = c^2 + 2ab$$

"donc"

$$\Rightarrow a^2 + b^2 = c^2$$

ce symbole indique la fin de la démonstration

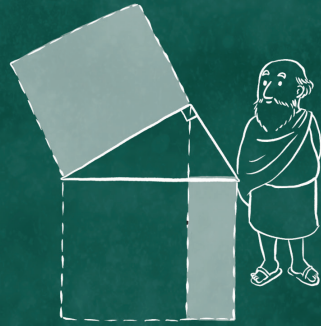
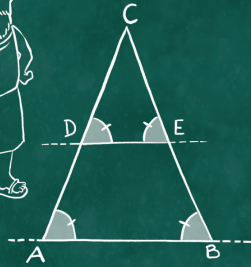
OUI ! NOUS LES AVONS VUES EN CLASSE, TU TE SOUVIENS, NICOLÁS ?

EHH...

IL Y A AUSSI LE THÉORÈME DE THALÈS,
LE THÉORÈME D'EUCLIDES...



Thalès de Milet



Euclides
d'Alexandrie



LES GRECS ONT DONC DÉCOUVERT TOUS LES
THÉORÈMES IL Y A DE NOMBREUSES ANNÉES ?



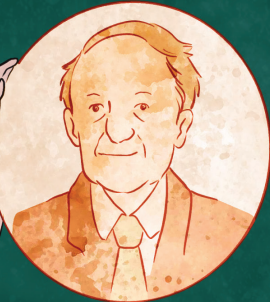
AH, NON ! CHAQUE JOUR, DES PERSONNES QUI
TRAVAILLENT DANS LE DOMAINE DES MATHS
TROUVENT DE NOUVEAUX RÉSULTATS - DE
NOUVELLES MATHÉMATIQUES !

...DE NOUVEAUX
THÉORÈMES ?

BIEN SÛR, DE NOUVEAUX THÉORÈMES !
EN GÉNÉRAL, UNE DÉCOUVERTE EST
D'ABORD UNE CONJECTURE QUI EST
ENSUITE PROUVÉE POUR DEVENIR UN
THÉORÈME.

MAIS CERTAINES PRENNENT BEAUCOUP
DE TEMPS À ÊTRE PROUVÉES, COMME
LES PROBLÈMES DES ORBITES.

ON L'APPELLE LA
CONJECTURE DE
COLLATZ, DU NOM DU
MATHÉMATICIEN QUI
L'A PROPOSÉE.



Lothar Collatz



(1910-1990) MATHÉMATICIEN ALLEMAND.
IL ÉTAIT CONVAINCU DE LA RESPONSABILITÉ
DES MATHÉMATICIENS D'UTILISER LEURS
CONNAISSANCES POUR RÉSOUDRE LES
PROBLÈMES DU MONDE.
IL A ÉNONCÉ LA CONJECTURE EN 1957.

ELLE EST AUSSI CONNUE SOUS LE NOM DE CONJECTURE D'ULAM OU DE KAKUTANI, DEUX AUTRES MATHÉMATIENS QUI ONT TENTÉ DE LA RÉSOUDRE...



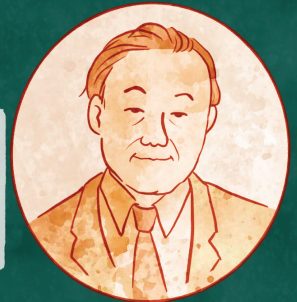
Stanislaw Ulam

(1909-1984) MATHÉMATICIEN POLONAIS. AUTEUR DE NOMBREUX RÉSULTATS EN MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES, DONT EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE. IL A D'AILLEURS PARTICIPÉ AU PROJET MANHATTAN AUX ÉTATS-UNIS.



Shizuo Kakutani

(1911-2004) MATHÉMATICIEN JAPONAIS. IL A APPORTÉ D'IMPORTANTES CONTRIBUTIONS À L'ANALYSE ET À LA THÉORIE DES JEUX, AVEC NOTAMMENT PLUSIEURS APPLICATIONS DE SON THÉORÈME DU POINT FIXE.



...BIEN QU'ELLE SOIT PLUS CONNUE SOUS LE NOM DE CONJECTURE $3N+1$.

MAIS POURQUOI NE PAS RÉSOUDRE LE PROBLÈME AVEC UN ORDINATEUR ? AVEC SA VITESSE, IL POURRAIT CALCULER... NON ?



PARCE QUE LES NOMBRES SONT INFINIS, AUCUN ORDINATEUR NE POURRAIT TOUS LES CALCULER.



IL NE S'AGIT PAS D'UN PROBLÈME DE CALCUL MAIS DE RAISONNEMENT... D'IDÉES NOUVELLES, DE CRÉATIVITÉ.

AHH, DONC CETTE CONJECTURE POURRAIT ÊTRE PROUVÉE, MÊME APRÈS TOUT CE TEMPS ?

$$a^n + b^n = c^n$$

BIEN SÛR ! ELLE POURRAIT DEVENIR UN THÉORÈME. C'EST CE QUI S'EST PASSÉ AVEC LE THÉORÈME DE FERMAT, QUI EST RESTÉ UNE CONJECTURE PENDANT DES SIÈCLES.

Pierre Fermat

(1601-1665) JURISTE ET MATHÉMATICIEN FRANÇAIS. DANS L'UN DE SES ÉCRITS, IL A INCLUS L’AFFIRMATION QUI PORTE SON NOM, MAIS SANS PREUVE, ON PEUT DONC CONSIDÉRER QU'IL S'AGISSAIT ALORS D'UNE CONJECTURE.



Andrew Wiles

(1953-) MATHÉMATICIEN BRITANNIQUE. DÈS SON ENFANCE, IL FUT FASCINÉ PAR LA SIMPLICITÉ DU THÉORÈME DE FERMAT, QUI ÉTAIT EN RÉALITÉ UNE CONJECTURE. C'EST LUI QUI A PROUVÉ LE THÉORÈME, EN 1995, APRÈS AVOIR TRAVAILLÉ DESSUS PENDANT AU MOINS 6 ANS.



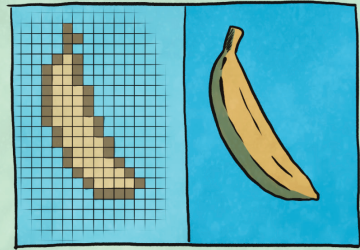
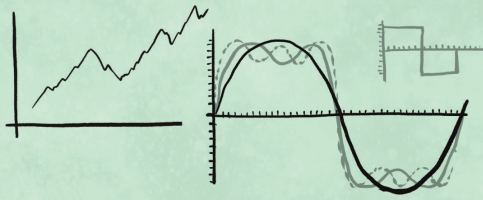
MAIS, QUEL EST L'INTÉRÊT DE TOUT ÇA ?

AH, TRÈS BONNE QUESTION ! CES THÉORÈMES ET CONJECTURES SONT TRÈS BEAUX !

MAIS ILS FONT AUSSI PARTIE DE THÉORIES MATHÉMATIQUES AVEC DE NOMBREUSES APPLICATIONS !

DES APPLICATIONS ?!!

OUI ! ON INVENTE DE NOUVELLES MATHÉMATIQUES POUR RÉSOUDRE DES PROBLÈMES.



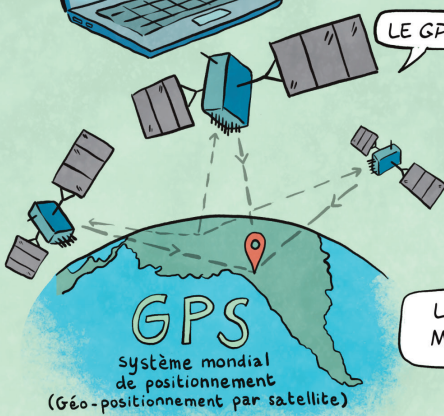
LES ORDINATEURS...



LES TÉLÉPHONES PORTABLES...



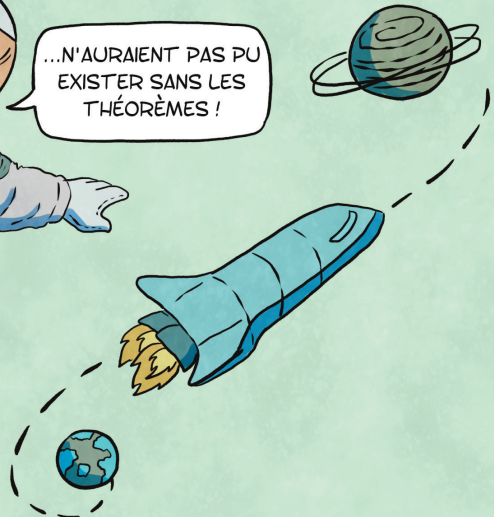
LE GPS...



L'IMAGERIE MÉDICALE...

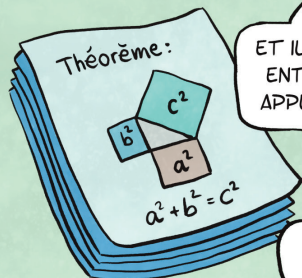


...N'AUROIENT PAS PU EXISTER SANS LES THÉORÈMES !



LES THÉORÈMES NOUS
SERVENT TANT QUE ÇA ?

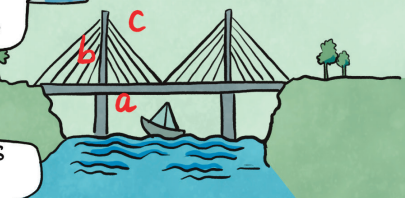
OUI, MÊME SI ON NE TROUVE PARFOIS DES APPLICATIONS
QUE LONGTEMPS APRÈS LEUR DÉCOUVERTE.



ET IL FAUT BEAUCOUP DE TRAVAIL
ENTRE LES THÉORÈMES ET LES
APPLICATIONS TECHNOLOGIQUES.

LE TRAVAIL DE NOMBREUSES
PERSONNES, DANS DE
GRANDES ÉQUIPES,

...ET TOUS LES MEMBRES D'UNE ÉQUIPE NE
SONT, POUR SÛR, PAS TOUJOURS RECONNUS.



Rosalind Franklin

(1920-1958) CHIMISTE BRITANNIQUE.
APRÈS AVOIR OBTENU SON DOCTORAT, ELLE A
TRAVAILLÉ ET DÉVELOPPÉ UNE VASTE CARRIÈRE DE
CRISTALLOGRAPHIE À RAYONS X.
ELLE A ÉTÉ PIONNIÈRE DANS LA DÉCOUVERTE DE LA
STRUCTURE MOLÉCULAIRE DE L'ADN, UN
RÉSULTAT POUR LEQUEL ELLE N'A REÇU AUCUNE
RECONNAISSANCE.

Katherine Johnson

(1918-2020) MATHÉMATICIENNE AMÉRICAINE.
ELLE A OBTENU SON DIPLÔME DE MATHÉMATICIENNE À
UNE ÉPOQUE DE SÉGRÉGATION RACIALE AUX
ÉTATS-UNIS, OÙ LES PERSONNES NOIRES
N'ÉTU DIAIENT GÉNÉRALEMENT QUE JUSQU'À L'ÂGE DE
14 ANS. ELLE A TRAVAILLÉ COMME INSTITUTRICE, A
ENTAMÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES EN MATHÉMA-
TIQUES ET A MENÉ UNE LONGUE CARRIÈRE DE
CALCULATRICE À LA NASA, PARTICIPANT À
D'INNOMBRABLES MISSIONS SPATIALES.



PAR EXEMPLE, C'EST GRÂCE AUX MATHÉMATIQUES QU'ON CALCULE L'ORBITE DES SATELLITES ET DES ENGIN SPATIAUX...

L'ORBITE ? COMME LES ORBITES DES NOMBRES DU PROBLÈME 4-2-1?



EXACT !

REGARDE, SUR L'ÉTAGÈRE, IL Y A DES LIVRES QUE L'UNIVERSITÉ NOUS A DONNÉS...

MAIS IL EST DÉJÀ TARD, REVENEZ DONC VOIR ÇA DEMAIN.

Salle de travail

POURQUOI CETTE AUTRE ORBITE DANS LE CAHIER DE MAMAN ?

14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, 20, 10, 5, 14, 7, ...

...14, 7...

7 EST LA MOITIÉ DE 14...

...7, 20...

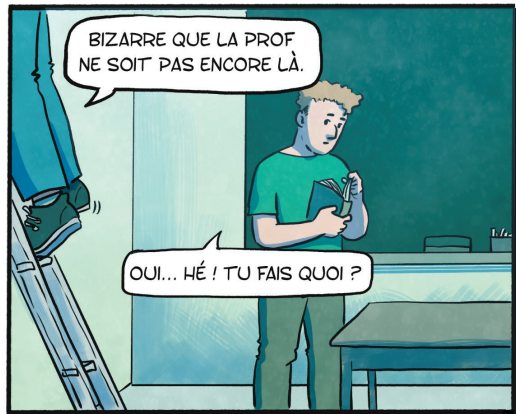
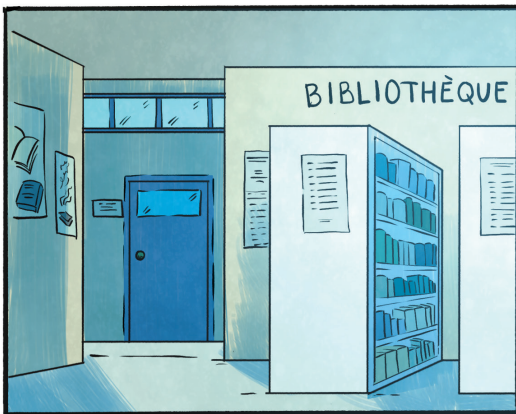
APRÈS LE 7 C'EST LE 20 QUI SUIT, CE DEVRAIT ÊTRE LE 22...

...10, 5...

PUIS LE 10, PUIS LE 5, C'EST BON. MAIS ENSUITE LE 14... CE DEVRAIT ÊTRE LE 16...

...5, 14...

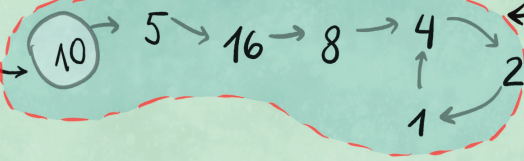
AH ! EN FAIT ELLE SOUSTRAIT UN AU LIEU D'AJOUTER UN. MA MÈRE A TROUVÉ UNE FORMULE POUR UN AUTRE PROBLÈME, LE PROBLÈME $3n-1$!



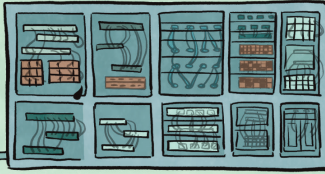


LORSQUE J'AI COMMENCÉ À TRAVAILLER SUR CE PROBLÈME, ON SAVAIT QUE LA CONJECTURE ÉTAIT VRAIE POUR BEAUCOUP DE NOMBRES...

condition initiale



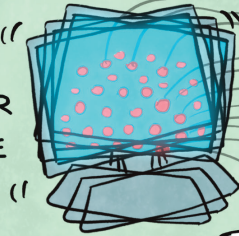
orbite



SUPERORDINATEUR

NOUS L'AVONS VÉRIFIÉE POUR DES MILLIONS DE MILLIONS DE NOMBRES À L'AIDE DE SUPERORDINATEURS, PUIS D'UN SUPERORDINATEUR QUANTIQUE.

ORDINATEUR QUANTIQUE



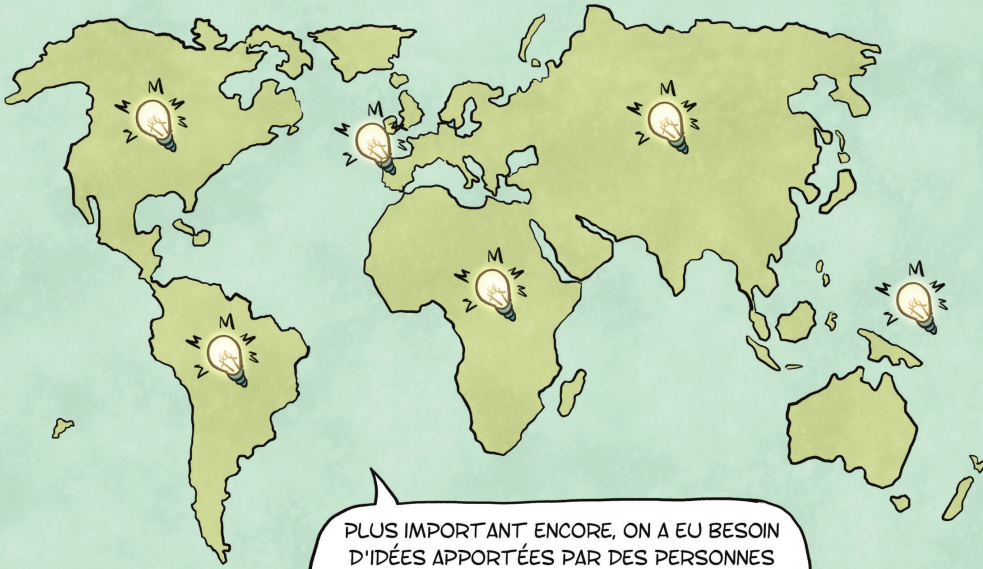
MAIS LES ORDINATEURS N'ONT PAS RÉSOULU LE PROBLÈME : UN ORDINATEUR NE PEUT PAS REMPLACER LES IDÉES ET LA VÉRITABLE INTELLIGENCE : CELLE DES GENS.

ORDINATEUR... QUANTIQUE ?



LA CONJECTURE EST FORMULÉE AVEC SEULEMENT DES ADDITIONS ET DES MULTIPLICATIONS, MAIS LA PREUVE A NÉCESSITÉ DE NOUVELLES IDÉES.

DIFFÉRENTES MÉTHODES ONT ÉTÉ TESTÉES ET DE NOMBREUX OUTILS ONT ÉTÉ DÉVELOPPÉS POUR TENTER DE RÉSOUDRE LE PROBLÈME.



PLUS IMPORTANT ENCORE, ON A EU BESOIN D'IDÉES APPORTÉES PAR DES PERSONNES ORIGINAIRES DE NOMBREUSES RÉGIONS DU MONDE, ET DE NOUVELLES IDÉES QUI NE SEMBLAIENT PAS AVOIR DE RAPPORT AVEC LE PROBLÈME.

DANS CE PROBLÈME, ON MET EN JEU DES RÉSULTATS DE CONTRÔLE OPTIMAL ET DE PROBABILITÉ.

COMME UN JEU DE "PILE OU FACE" ?

C'EST ÇA !

PROBABILITÉS

EXPÉRIENCE
lancer d'une
pièce de monnaie



face



pile

RÉSULTAT
pile ou face

$P(\text{face})$
la probabilité que
le résultat soit face.



$$P(\text{face}) = \frac{1}{2} = 0,5$$

et

$$P(\text{pile}) = \frac{1}{2} = 0,5$$

← 2 résultats possibles

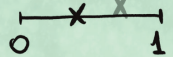
LA PROBABILITÉ D'OBTENIR UN CERTAIN RÉSULTAT LORS D'UNE EXPÉRIENCE EST :

$$P(\text{résultat}) = \frac{\text{\# de fois que le résultat se produit}}{\text{\# de résultats possibles}}$$

notation mathématique

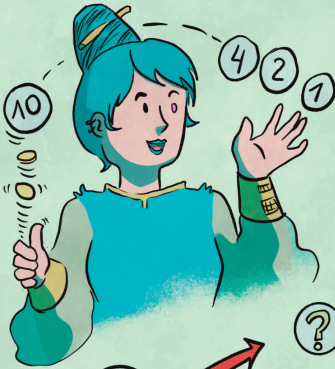
division

← nombre entre 0 et 1



MAIS LES NOMBRES SONT INFINIS... COMMENT LES COMPTER ?

LES NOMBRES SONT INFINIS...



? plus petit

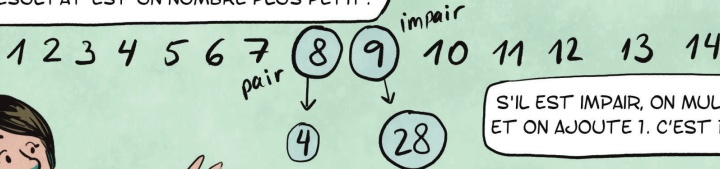
? plus grand

X
Condition initiale

nombre suivant

...MAIS ON PEUT AUSSI SE DEMANDER : QUELLE EST LA PROBABILITÉ QU'EN PARTANT D'UN NOMBRE, SON ORBITE DIMINUE ? AUTREMENT DIT, QUE LE NOMBRE QUI LE SUIT SOIT PLUS PETIT ?

SI LE NOMBRE EST PAIR, ON LE DIVISE PAR DEUX...
ET LE RÉSULTAT EST UN NOMBRE PLUS PETIT.



S'IL EST IMPAIR, ON MULTIPLIE PAR 3
ET ON AJOUTE 1. C'EST PLUS GRAND !

DONC, L'ORBITE
DIMINUE...

...POUR LES
NOMBRES PAIRS.



ÇA SE PRODUIT DONC
LA MOITIÉ DU TEMPS !

PRÉCISÉMENT ! LA PROBABILITÉ QUE
L'ORBITE DIMINUE EST DONC...

D'UN DEMI !
UNE FOIS SUR
DEUX.

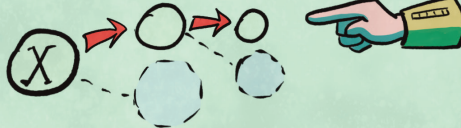
Condition
initiale



MAIS ELLE PEUT CROÎTRE ENSUITE,
NON ? SI LE RÉSULTAT EST IMPAIR, LE
NOMBRE SUIVANT SERA PLUS GRAND...

ET L'ORBITE AUGMENTE.

EN EFFET, ELLE POURRAIT AUGMENTER,
MAIS IL EXISTE AUSSI UNE PROBABILITÉ
QU'ELLE DIMINUE À NOUVEAU.



OUI, SI ON A ENCORE UN NOMBRE PAIR !

ÇA ARRIVE LA MOITIÉ DU TEMPS. A
PARTIR DU TOUT PREMIER NOMBRE...
LA MOITIÉ DE LA MOITIÉ DU TEMPS !

$$\text{probabilité} = \frac{1/2}{2} = \frac{1}{4}$$

C'EST BIEN ÇA ! C'EST L'IDÉE POUR CALCULER LA PROBABILITÉ QUE L'ORBITE D'UN NOMBRE DIMINUE, ET FINISSE PAR ATTEINDRE 4,2,1.

2029 ?

EN 2029, IL A ÉTÉ CALCULÉ QUE POUR PRESQUE TOUS LES NOMBRES, L'ORBITE A ENVIRON 99 % DE CHANCE DE DIMINUER. MAIS IL MANQUAIT QUELQUE CHOSE...

UNE IDÉE CLÉ DU DOMAINE DU CONTRÔLE OPTIMAL...

CONTRÔLE OPTIMAL

CETTE THÉORIE AIDE À DÉTERMINER LES MEILLEURES ORBITES POUR UN PROBLÈME DONNÉ, ET A DE NOMBREUSES APPLICATIONS.

orbite L1

orbite L3

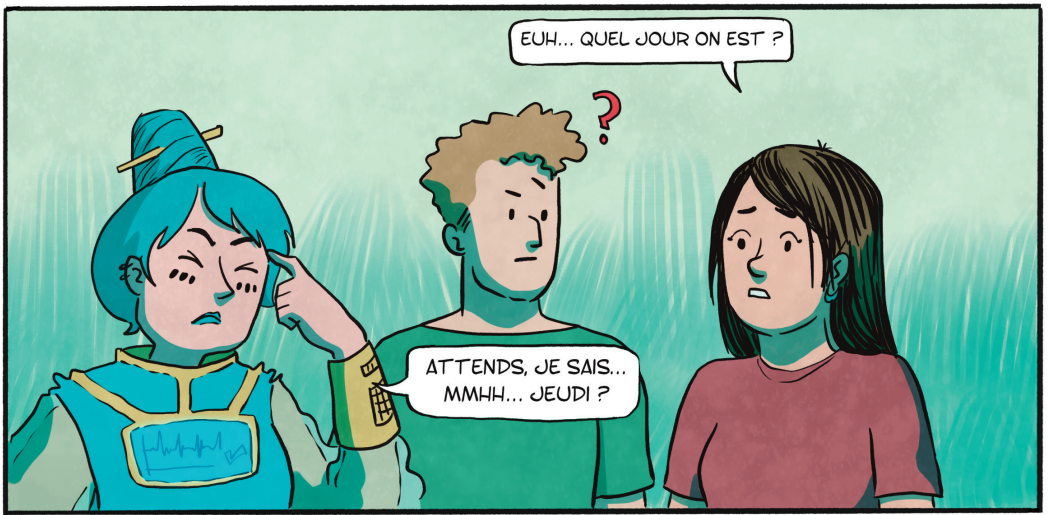
orbite L2

D'AILLEURS, ELLE A SERVI POUR LE VOYAGE VERS MARS.

LES SOLUTIONS AUX PROBLÈMES MATHÉMATIQUES ONT PARFOIS DES APPLICATIONS INATTENDUES !

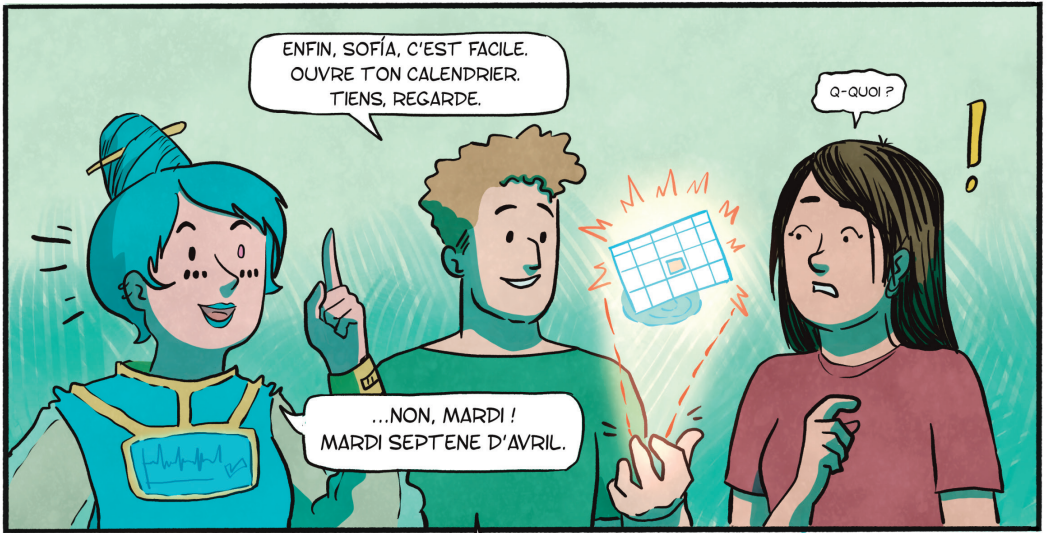
MARS ?!

TU N'AIMES PAS MARS ? J'AI UNE TANTE QUI Y HABITE. CE N'EST PAS HYPER BEAU, MAIS PARFAITEMENT HABITABLE, VOYONS.



EUH... QUEL JOUR ON EST ?

ATTENDS, JE SAIS...
MMHH... JEUDI ?



ENFIN, SOFÍA, C'EST FACILE.
OUVRE TON CALENDRIER.
TIENS, REGARDE.

Q-QUOI ?

...NON, MARDI !
MARDI SEPTENE D'AVRIL.



date : nous sommes
aujourd'hui vendredi
octane d'avril 2053

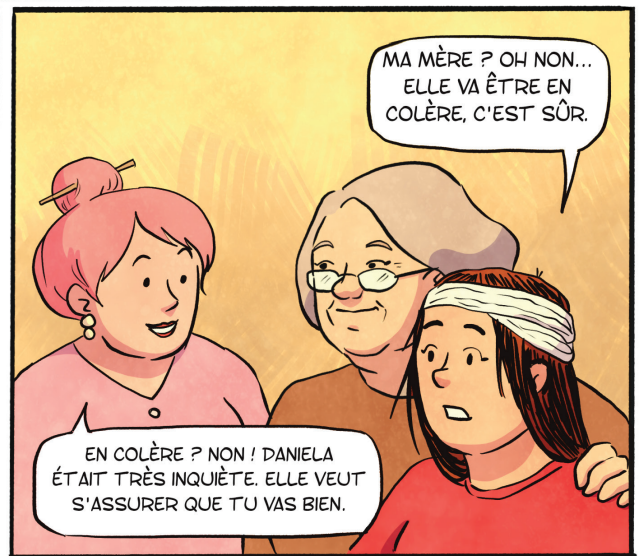
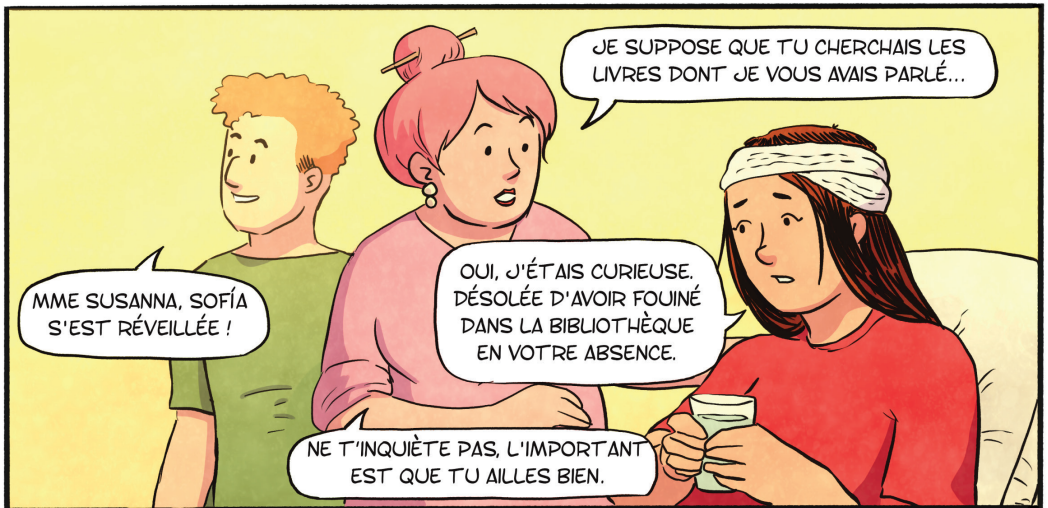
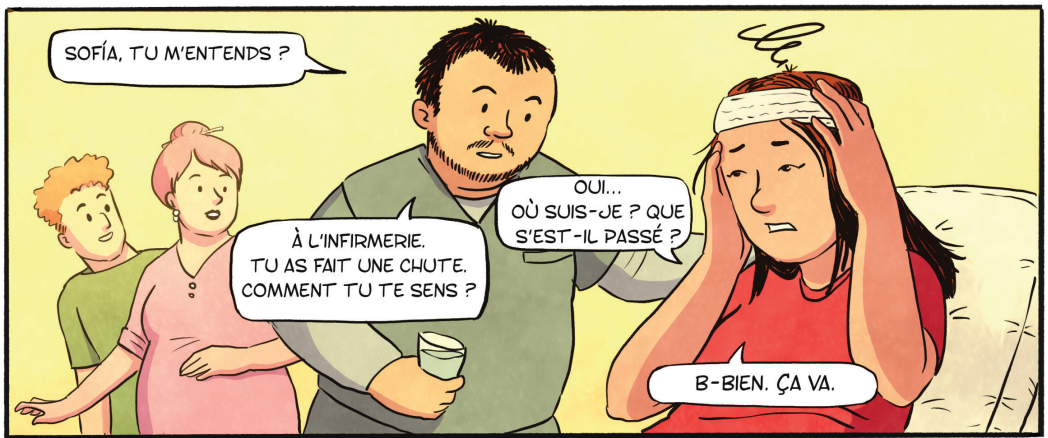


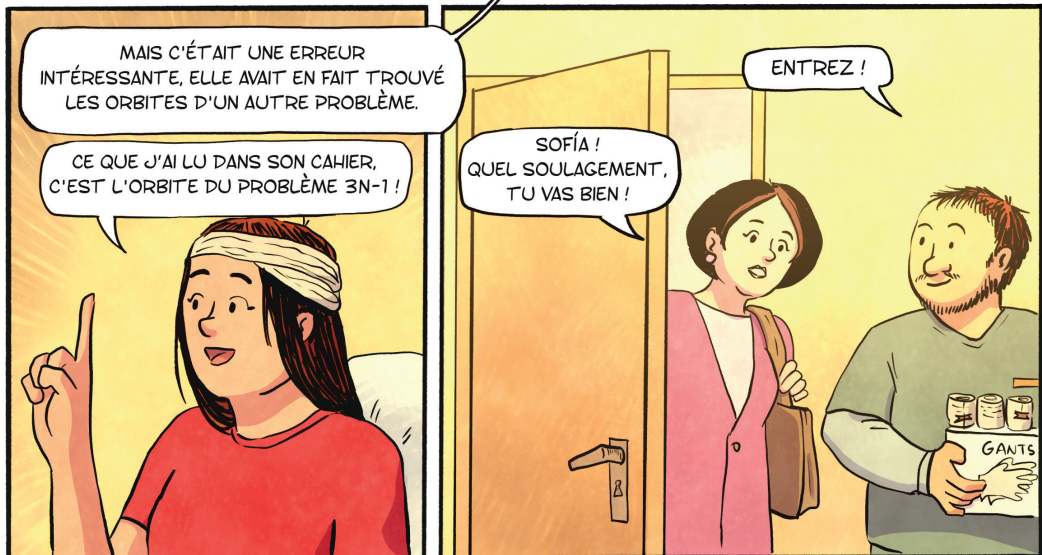
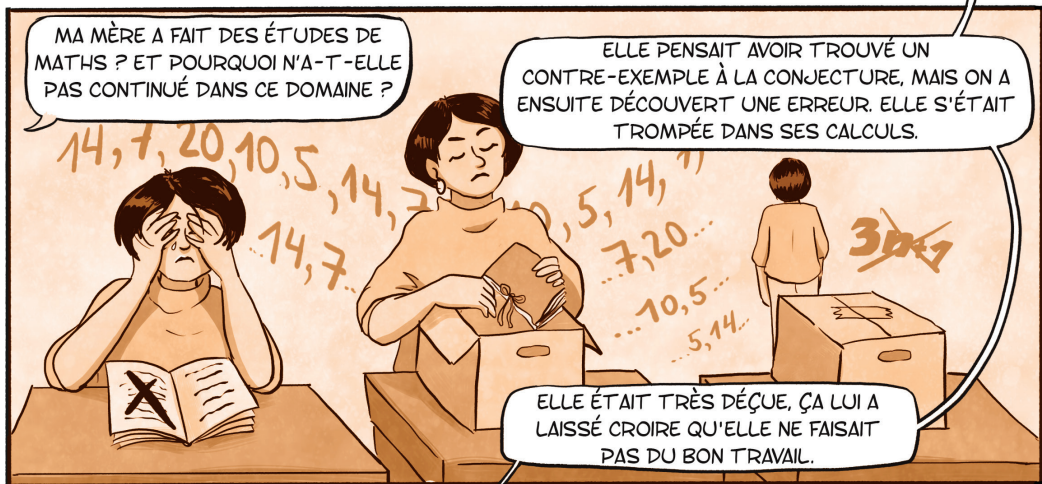
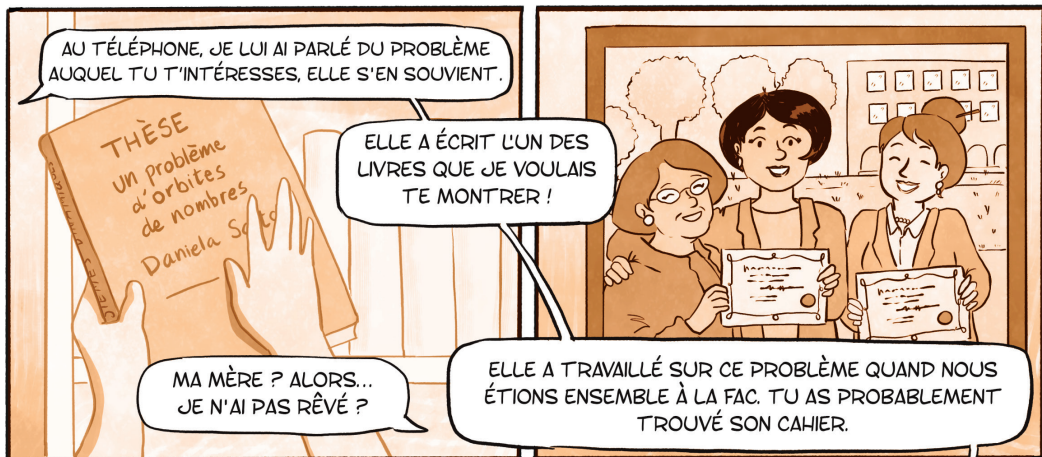
SOFÍA ?

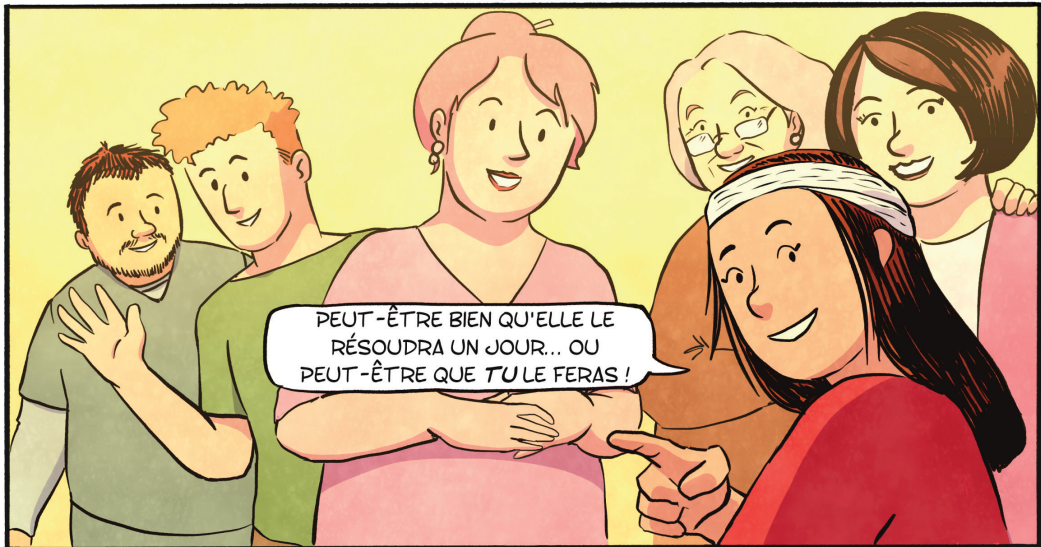
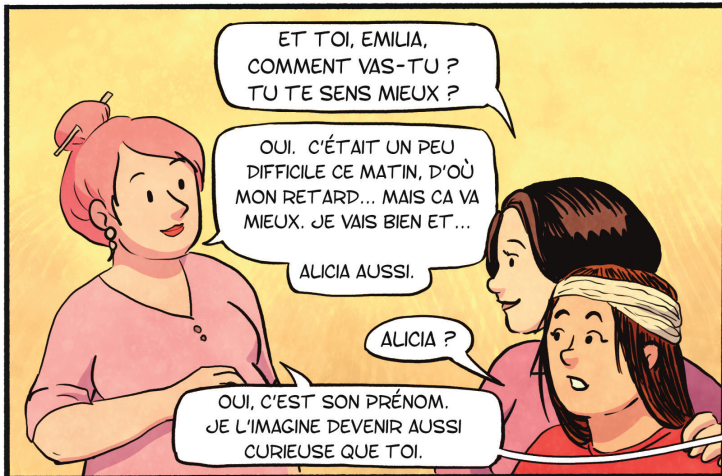
AAAHHH!!!



SOFÍA!!!







REMERCIEMENTS

Ce projet a été une grande joie pour moi, car il m'a permis d'associer la vulgarisation des mathématiques à la bande dessinée, qui m'intéresse depuis mon enfance dans le magasin de quartier de mes grands-parents à Ramos Arizpe, dans l'État de Coahuila, Mexique. Pendant mes études en France, les romans graphiques en langue française m'ont ouvert un autre monde. Cette traduction est donc une double joie pour moi. Je suis très reconnaissant à Coni d'avoir mis son travail et son talent au service de ce projet, qui m'a beaucoup appris. Je tiens également à remercier la direction et l'administration du projet Milenio Núcleo ACIP, qui nous ont apporté tout le soutien nécessaire pour mener à bien cette aventure.

Alberto Mercado Saucedo

Je remercie Alberto pour son invitation à participer à ce projet, pour sa confiance et sa générosité. Je remercie le projet Milenio Núcleo ACIP pour tout leur soutien et l'ambassade chilienne à Paris pour avoir accueilli un extrait de cette BD au Festival d'Angoulême en 2024, sur le stand du Chili. Un grand merci à celles et ceux qui ont contribué à adapter la version française de cette BD, les enthousiastes qui ont soutenu cette idée et qui ont trouvé le financement pour le faire. Merci aux participants de la résidence Mathémartistes à l'université d'Angers en novembre 2023, Clotilde Fermanian Kammerer, Nicolás Raymond et Analisa Panati. Merci à Zélie Tournoud pour son aide précieuse. Et surtout, merci à celles et ceux qui vont continuer à soutenir cette BD en la lisant en ligne, ou sur papier, et en la partageant avec leur entourage.

Coni Rojas-Molina

L'adaptation en français de cette BD, originalement en espagnol, a été réalisée avec le soutien du projet Connect Talent Hifran (région des Pays de la Loire), de l'Institut Universitaire de France et du laboratoire de mathématiques de l'Université d'Angers, dans le cadre de la résidence Mathémartistes, au laboratoire LAREMA à l'université d'Angers, en novembre 2023.

LES AUTEUR.I.C.E.S

Alberto Mercado Saucedo est mathématicien. Il a obtenu sa licence à l'Universidad Autónoma de Coahuila et sa maîtrise à l'UNAM, au Mexique, et a fait son doctorat à l'université du Chili et à l'université de Versailles, en France. Depuis 2008, il est professeur à l'Universidad Técnica Federico Santa María à Valparaíso, au Chili. En 2019, il a été chercheur invité au Centre international de mathématiques et d'informatique de Toulouse. Il mène des recherches sur les problèmes inverses et le contrôle des équations aux dérivées partielles. Il collabore régulièrement avec la compagnie théâtrale La Coraje dans divers projets de vulgarisation mathématique, notamment l'intervention 4-2-1 *Una historia de matemática ficción*, qui a été présentée dans des éditions du Festival de Matemáticas au Chili et a fourni l'idée originale de cette bande dessinée, réalisée avec le soutien du projet NÚCLEO Milenio ACIP.

Constanza (Coni) Rojas-Molina est mathématicienne et illustratrice. Après des études à l'université de La Serena (Chili), elle a eu son master à l'université de Paris VI (aujourd'hui U. Paris Sorbonne) et son doctorat à l'université de Cergy-Pontoise (aujourd'hui CY Cergy Paris Université) en France. Après six ans en Allemagne comme enseignante-chercheuse, elle revient en France en 2019 pour intégrer CY Cergy Paris Université, partageant son temps entre l'enseignement, la recherche, la communication scientifique et l'illustration. Ses recherches portent sur les modèles mathématiques de la physique quantique, en utilisant la théorie des opérateurs différentiels et les probabilités. Coni utilise l'illustration, les sketchnotes et la bande dessinée comme outils de communication scientifique. En 2023, elle a publié avec Leslie Jiménez Palma le livre *La gran aventura del conocimiento : un paseo con las matemáticas en cuatro estaciones* (Ed. Planeta). La même année elle participe à l'exposition sur Emmy Noether à l'institut Henri Poincaré à Paris avec des illustrations. Elle est membre du comité de diffusion de l'EMS (European Mathematical Society) et a obtenu le Prix de vulgarisation scientifique 2024 de CY Cergy Paris Université.

Alberto et Coni font partie de DIMAT Red de divulgación Matemáticas Chile.

NOTES



21, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1
5, 46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 1
11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
12, 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1
17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1



Sait-on déjà tout sur les chiffres? Qu'est-ce qu'un théorème? Et une conjecture?

Dans cette BD, nous faisons la connaissance de Sofia et Nicolás et partageons leur surprise quand ils découvrent qu'il existe des gens dont le métier est de faire des mathématiques, c'est-à-dire, chercher à répondre à des questions en faisant des découvertes qui, une fois vérifiées, vont rester des vérités pour toujours.

Quand ils cherchent la solution d'une conjecture mathématique très connue, ils rencontrent Alicia, qui leur assure l'avoir résolue. Elle vient de très loin, beaucoup plus loin que ce que Sofia et Nicolás peuvent imaginer.

Cette histoire s'inspire de la Conjecture de Syracuse, ou conjecture de Collatz, un problème ouvert en mathématiques de formulation très simple, mais dont la solution ne l'est pas tant. Sofia et Nicolás tombent par hasard sur ce problème et entament une aventure qui les amènera à comprendre sa signification, et la signification des termes «théorème» et «conjecture», découvrir comment on «fait» des mathématiques et apprendre l'existence de problèmes jusqu'à aujourd'hui encore irrésolus. Avec eux, on découvre qu'il y a bien des mathématiques en dehors de ce qu'on apprend à l'école ou au lycée, qu'elles nécessitent de la créativité et qu'on peut même y trouver de la beauté. On rencontre Alicia, qui vient de très (mais vraiment très) loin, qui nous assure avoir la réponse à ce difficile problème, qu'elle appelle la conjecture d'Alicia.

Alberto Mercado Saucedo, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

Constanza Rojas-Molina, CY Cergy Paris Université, Francia.



Remerciements:

