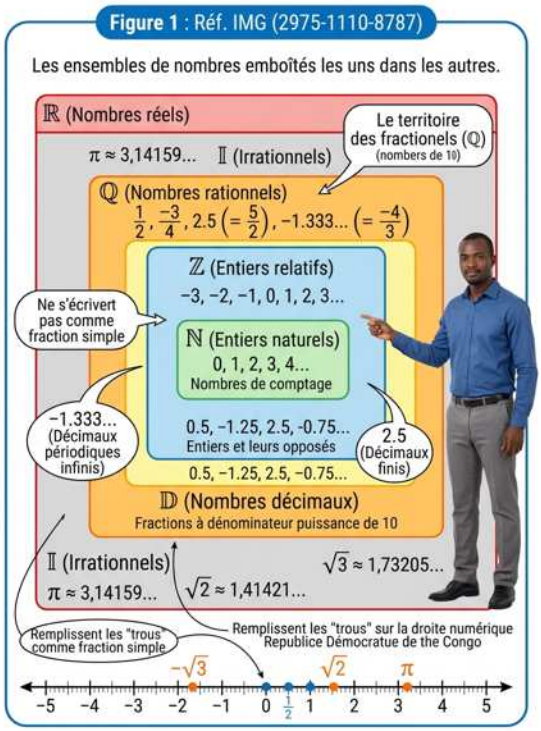


Figure 1 — Les ensembles de nombres emboîtés les uns dans les autres.

L'image montre comment les ensembles de nombres s'organisent. Le plus petit, $\mathbb{N}$ (entiers naturels), est contenu dans $\mathbb{Z}$ (entiers relatifs). Lui-même est inclus dans $\mathbb{D}$ (nombres décimaux), qui fait partie de l'ensemble $\mathbb{Q}$ (nombres rationnels). Chaque ensemble ajoute de nouvelles possibilités de calcul. L'ensemble $\mathbb{R}$ (réels) contient tous ces

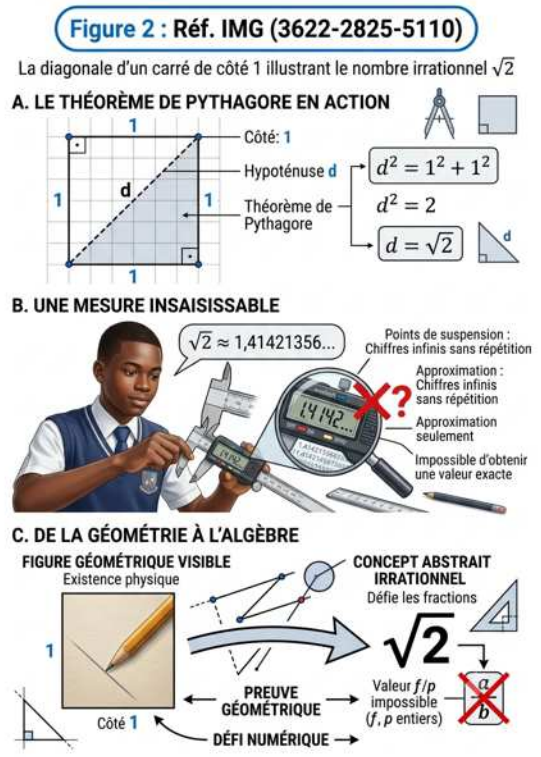


Figure 2 — La diagonale d'un carré de côté 1 illustrant le nombre irrationnel √2.

Cette illustration montre un carré simple dont chaque côté mesure 1 unité. La ligne pointillée est sa diagonale. En appliquant le théorème de Pythagore dans le triangle rectangle formé, on obtient $d^2 = 1^2 + 1^2 = 2$. La longueur de la diagonale est donc $d = \sqrt{2}$. Ce dessin simple donne naissance à un nombre célèbre. La valeur de $\sqrt{2}$ est approximativement $1,41421356...$. Les

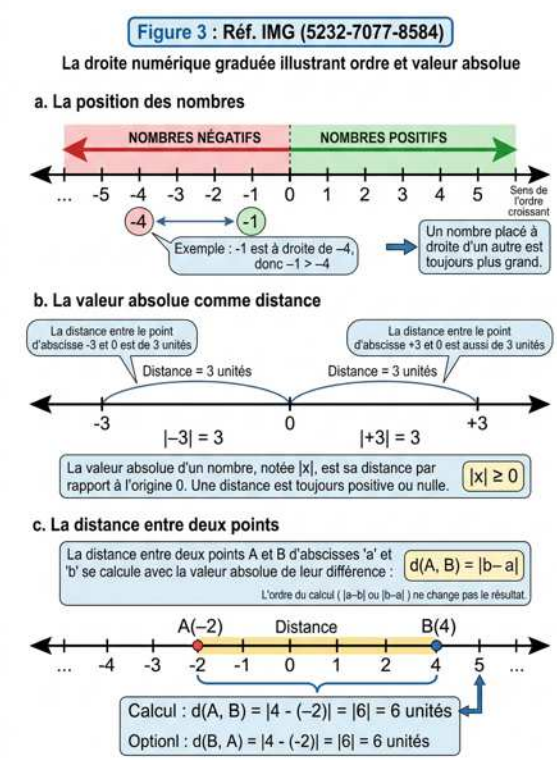


Figure 3 — La droite numérique graduée illustrant ordre et valeur absolue

Cette droite horizontale représente l'ensemble des nombres réels. Le point central est l'origine, 0. Les nombres positifs sont à droite. Les nombres négatifs sont à gauche. La flèche indique le sens de l'ordre croissant. Ainsi, un nombre placé à droite d'un autre est toujours plus grand. Par exemple, -1 est à droite de -4, donc $-1 > -4$. La valeur absolue d'un nombre, notée $|x|$, est sa

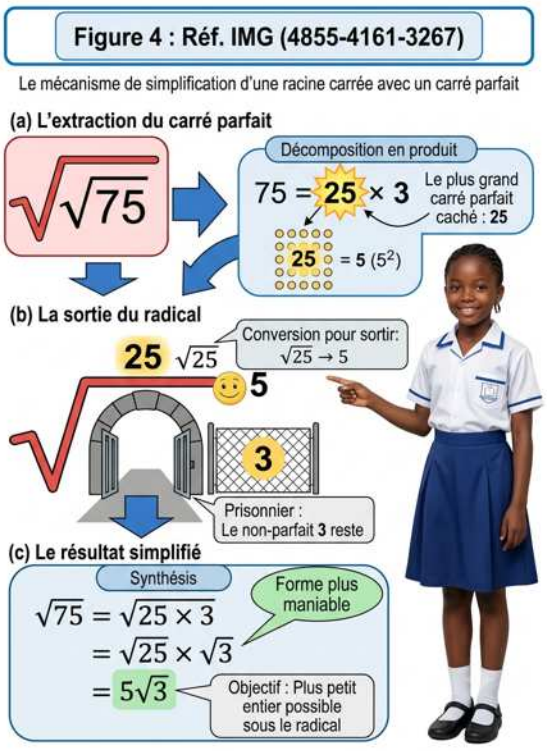


Figure 4 — Le mécanisme de simplification d'une racine carrée avec un carré parfait

Visualiser $\sqrt{75}$. Ce nombre semble complexe. L'astuce est de le décomposer en un produit incluant le plus grand carré parfait possible. Un carré parfait est un nombre issu de la multiplication d'un entier par lui-même (4, 9, 16, 25...). Ici, 75 se décompose en 25×3. Le nombre 25 est le carré parfait de 5. Cette décomposition est la clé pour simplifier le radical. Le

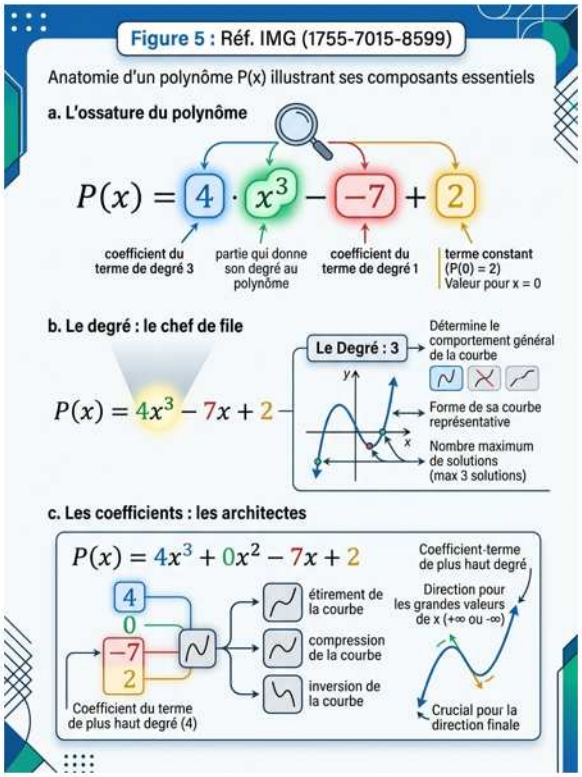


Figure 5 — Anatomie d'un polynôme P(x) illustrant ses composants essentiels.

L'illustration décompose l'expression $P(x) = 4x^3 - 7x + 2$. Des flèches indiquent chaque composant. Une flèche pointe vers "4", légendée "coefficient du terme de degré 3". Une autre pointe vers "x^3", identifiant la partie qui donne son degré au polynôme. Le terme "-7" est le "coefficient du terme de degré 1". Enfin, "2" est isolé comme le "terme constant", la valeur du

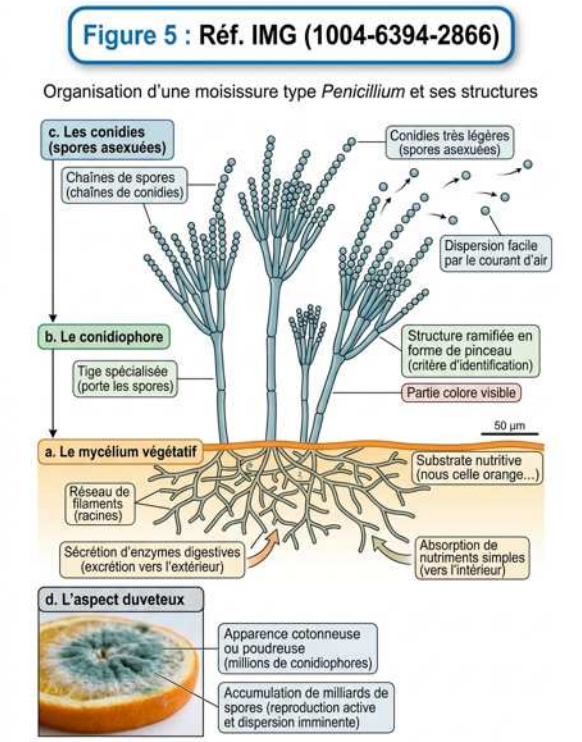


Figure 5 — Organisation d'une moisissure type Penicillium et ses structures

Ancré dans le substrat nutritif, ce réseau de filaments est la partie "racine" de la moisissure. Il sécrète des enzymes digestives vers l'extérieur pour décomposer la matière organique complexe, puis absorbe les nutriments simples pour sa croissance. Une tige spécialisée, le conidiophore, s'élève verticalement depuis le mycélium. C'est la structure qui porte les spores, formant la partie visible

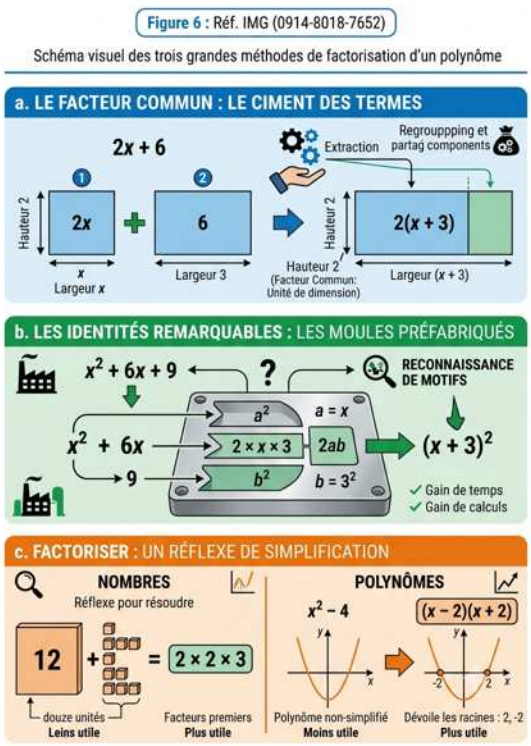


Figure 6 — Schéma visuel des trois grandes méthodes de factorisation d'un polynôme

Visuellement, factoriser $2x+6$ revient à prendre deux rectangles, l'un de dimensions 2 par x et l'autre de 2 par 3. Leur aire totale est $2x+6$. En les assemblant, on forme un grand rectangle unique de hauteur 2 et de largeur $(x+3)$. Son aire est $2(x+3)$. Le facteur commun 2 est la dimension qui unit les deux parties. C'est une méthode de regroupement, où l'on extrait la partie

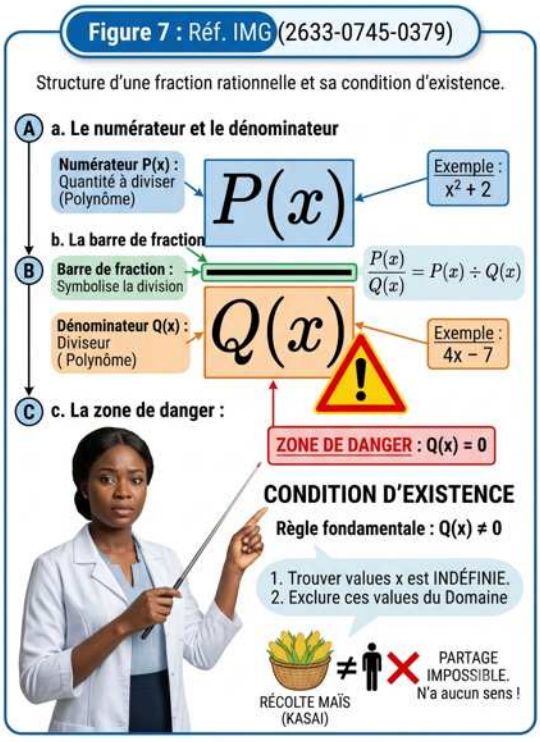


Figure 7 — Structure d'une fraction rationnelle et sa condition d'existence.

L'image montre une fraction avec un polynôme $P(x)$ au-dessus d'une barre et un polynôme $Q(x)$ en dessous. Le numérateur $P(x)$ représente la quantité à diviser. Le dénominateur $Q(x)$ représente le diviseur. Ces deux éléments sont des polynômes, comme par exemple $x^2 + 2$ ou $4x - 7$. La nature polynomiale est ce qui distingue cette fraction d'une simple fraction numérique. Une ligne

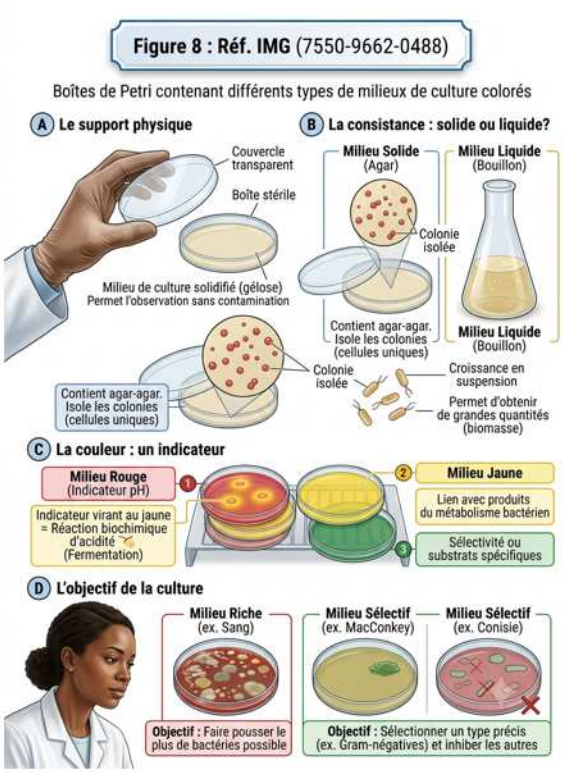


Figure 8 — Boîtes de Petri contenant différents types de milieux de culture colorés

L'image montre des boîtes de Petri. Ce sont des récipients stériles qui contiennent le milieu de culture solidifié, appelé gélose. Leur transparence permet d'observer la croissance des colonies microbiennes sans avoir à ouvrir la boîte, limitant ainsi les risques de contamination extérieure. Ici, les milieux sont gélosés grâce à l'agar-agar. Cette consistance solide est cruciale pour isoler

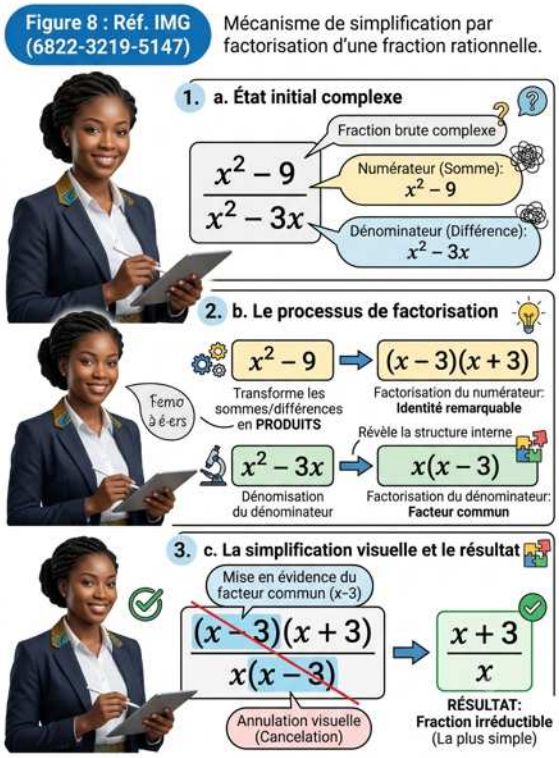


Figure 8 — Mécanisme de simplification par factorisation d'une fraction rationnelle.

L'illustration présente d'abord la fraction dans sa forme originale, par exemple $\frac{x^2 - 9}{x^2 - 3x}$. À ce stade, la relation entre le numérateur et le dénominateur n'est pas évidente. La fraction semble complexe et il est difficile de voir si une simplification est possible. C'est le point de départ de notre travail, une expression brute qui attend d'être analysée. Ensuite, des

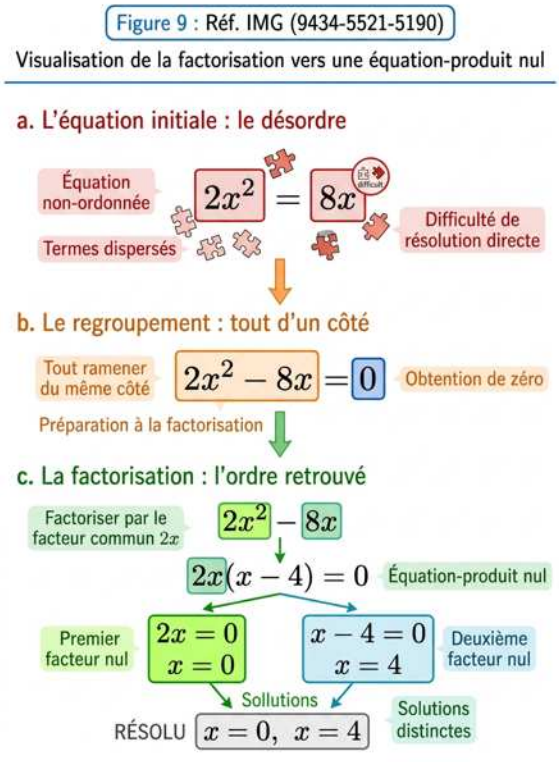


Figure 9 — Visualisation de la factorisation vers une équation-produit nul

Une équation comme $2x^2 = 8x$ peut sembler difficile. Les termes sont dispersés de part et d'autre du signe égal. Visuellement, c'est un puzzle dont les pièces ne sont pas assemblées. On a une quantité au carré d'un côté et une quantité simple de l'autre. La relation entre les deux n'est pas immédiatement évidente, ce qui rend la résolution directe impossible sans une réorganisation

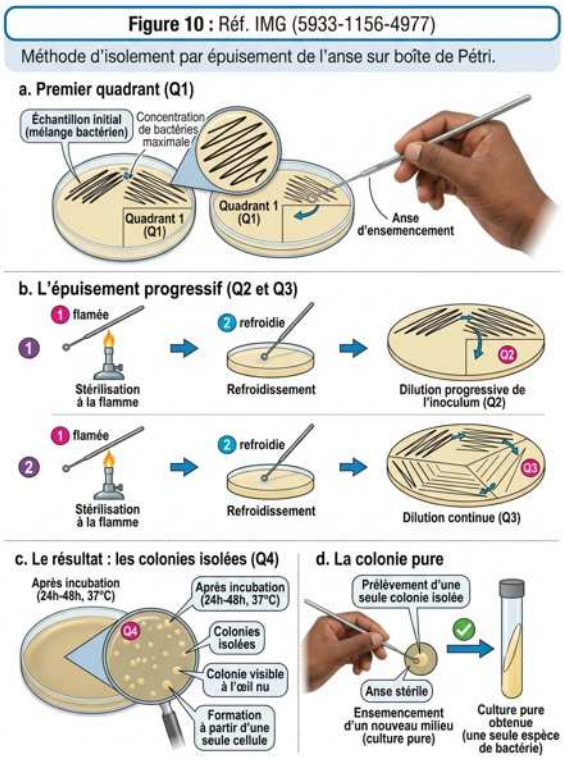


Figure 10 — Méthode d'isolement par épuisement de l'anse sur boîte de Pétri.

L'anse, chargée de l'échantillon initial (mélange bactérien), est étalée sur une petite zone de la gélose. La concentration de bactéries est maximale à cet endroit. L'anse est stérilisée à la flamme puis refroidie. On l'utilise pour "tirer" quelques bactéries du premier quadrant vers un deuxième quadrant vierge. On répète l'opération (stérilisation, puis étalement de Q2 vers Q3) pour diluer

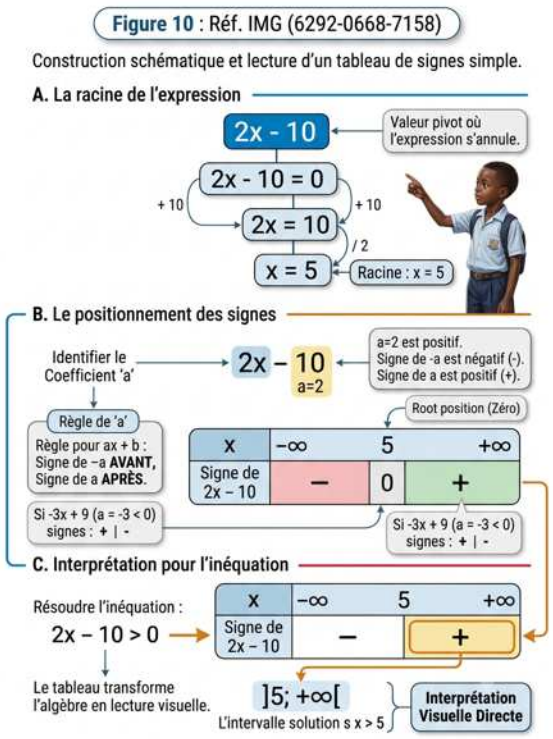


Figure 10 — Construction schématique et lecture d'un tableau de signes simple.

La racine est la valeur charnière où le signe bascule. Pour l'expression $2x - 10$, la racine est la solution de $2x - 10 = 0$, soit $x=5$. C'est en ce point que l'expression n'est ni positive ni négative ; elle est nulle. Cette valeur est le pivot central de notre tableau. Elle sépare le plan numérique en deux régions distinctes : celle où l'expression est positive et celle où elle est

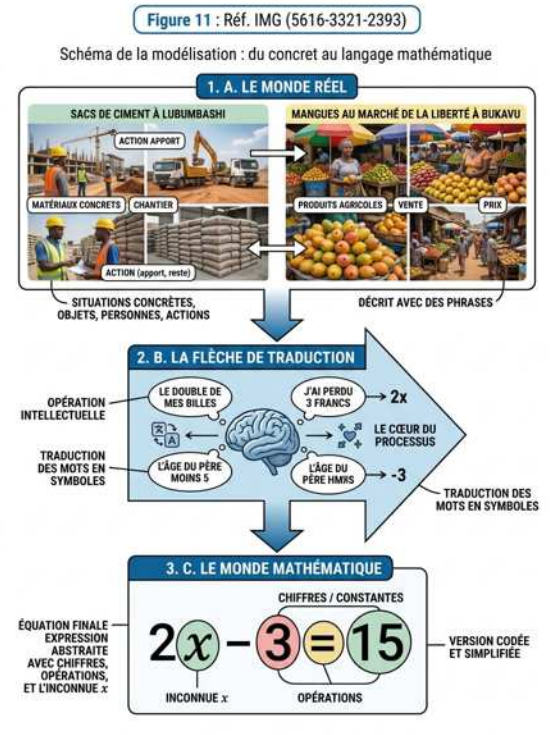


Figure 11 — Schéma de la modélisation : du concret au langage mathématique.

Ce bloc représente la situation de départ. Il contient des objets, des personnes, des actions. Par exemple, des sacs de ciment sur un chantier à Lubumbashi, des mangues à vendre au marché de la liberté à Bukavu. Tout est décrit avec des phrases. Cette flèche symbolise l'opération intellectuelle de la modélisation. C'est le moment où le cerveau traduit les mots "le double de mes

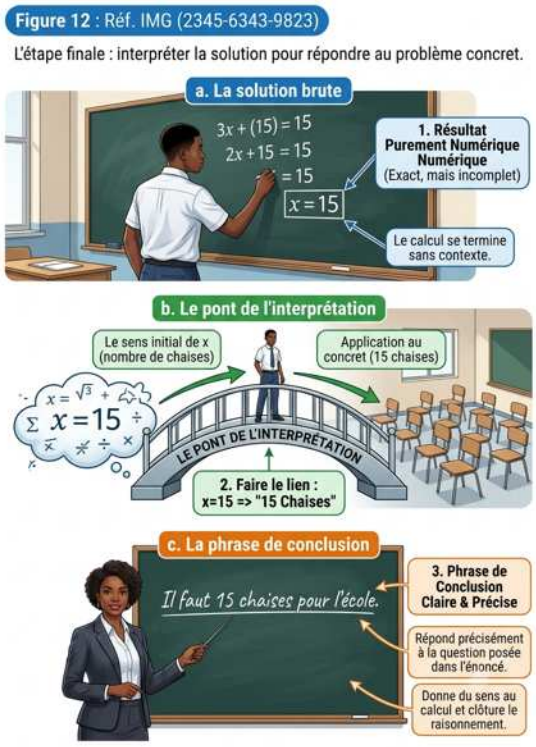


Figure 12 — L'étape finale : interpréter la solution pour répondre au problème concret.

Le calcul mathématique se termine. On obtient un résultat purement numérique, comme "$x=15$". Cette information est exacte mais incomplète. Elle n'a pas encore de sens dans le contexte du problème initial. L'élève doit faire le lien entre la valeur de x et ce que x représentait au début. Si x était "le nombre de chaises", alors $x=15$ signifie "15 chaises". C'est un retour au monde

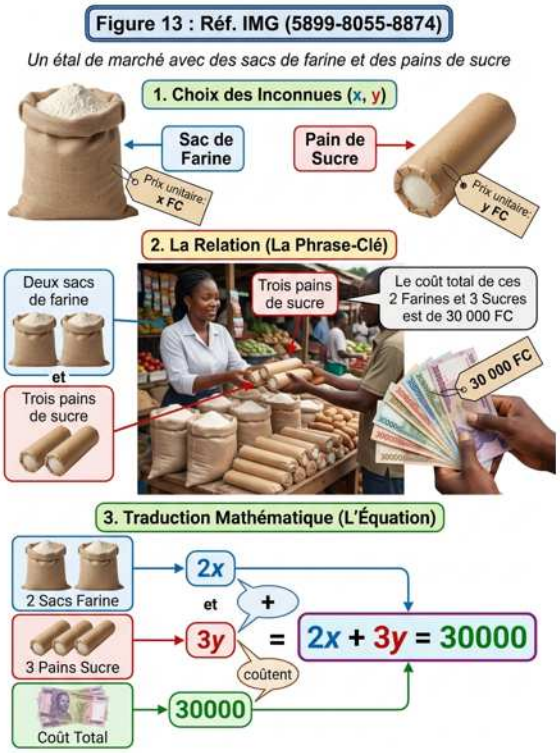


Figure 13 — Un étal de marché avec des sacs de farine et des pains de sucre

Un problème énonce : "Le prix d'un sac de farine et le prix d'un pain de sucre sont inconnus". La première action est de nommer ces inconnues. Soit x le prix en FC d'un sac de farine. Soit y le prix en FC d'un pain de sucre. Cette étape est fondamentale. Elle transforme des mots en variables mathématiques manipulables. Sans cette nomination claire, toute la suite du raisonnement est

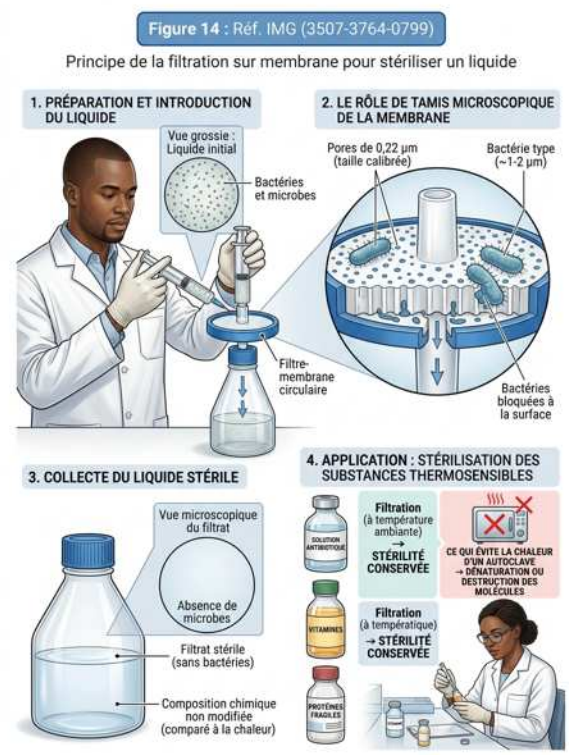


Figure 14 — Principe de la filtration sur membrane pour stériliser un liquide

L'illustration montre une seringue poussant un liquide à travers un filtre-membrane circulaire. Le liquide initial contient des microbes (représentés par de petits points). La membrane agit comme une barrière physique fine et précise, un véritable tamis à l'échelle microscopique pour séparer les cellules du liquide. Le succès de la filtration repose sur la taille extrêmement précise des pores

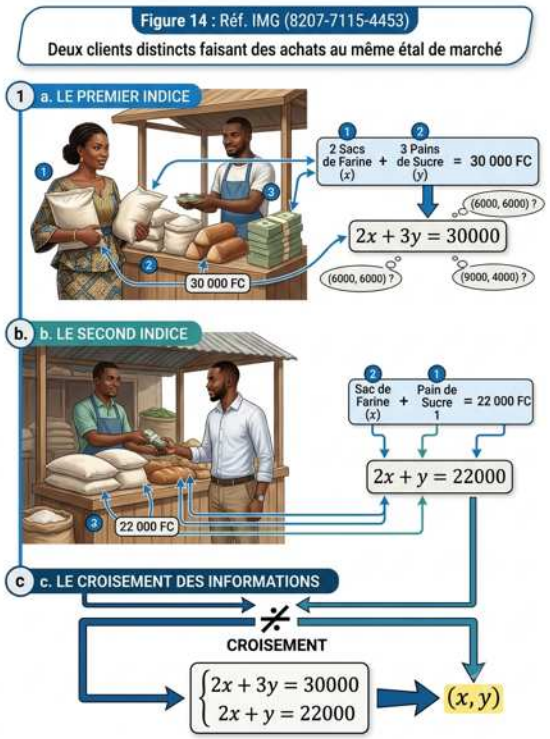


Figure 14 — Deux clients distincts faisant des achats au même étal de marché

Un premier client achète 2 sacs de farine et 3 pains de sucre pour 30 000 FC. Ceci nous donne notre première équation, notre premier indice sur les prix. $$2x + 3y = 30000$$ À ce stade, x pourrait être 6000 et y 6000, ou x 9000 et y 4000. Nous avons besoin de plus d'informations pour fixer les prix. Un second client arrive. Il achète 2 sacs de farine et 1 pain de sucre pour 22 000 FC au

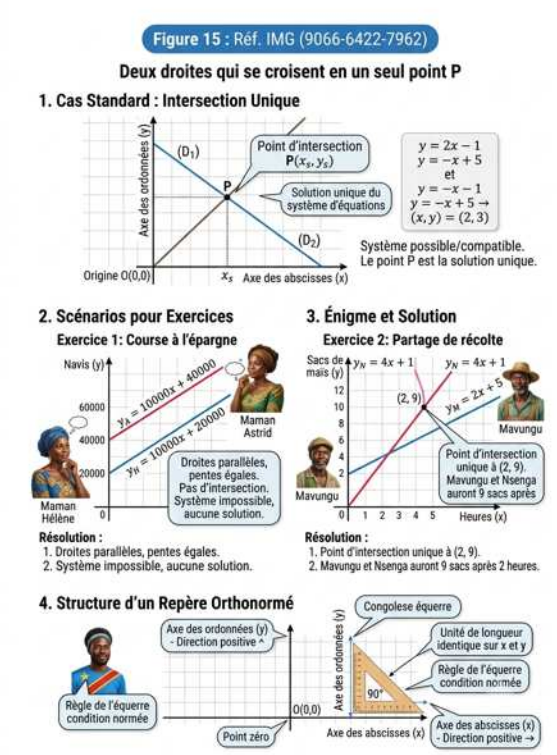


Figure 15 — Deux droites qui se croisent en un seul point P

L'illustration montre le cas le plus courant. La droite (D_1) et la droite (D_2) se coupent en un seul et unique point, noté P. Les coordonnées de ce point $P(x_s, y_s)$ sont la solution unique du système d'équations. Si on reporte ces valeurs dans les deux équations initiales, les deux égalités sont vérifiées simultanément. C'est le signal d'un système qui possède une solution unique.

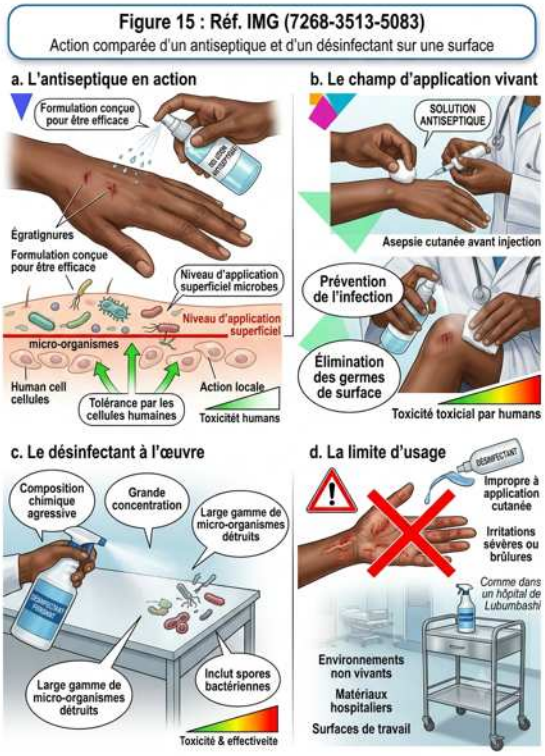


Figure 15 — Action comparée d'un antiseptique et d'un désinfectant sur une surface

L'image illustre une solution antiseptique appliquée sur une peau présentant des micro-organismes. Sa formulation est conçue pour être efficace contre les microbes tout en étant tolérée par les cellules humaines. Elle agit localement sur la zone d'application sans pénétrer profondément dans les tissus. L'antiseptique est l'arme de choix pour l'asepsie cutanée avant une injection ou pour le

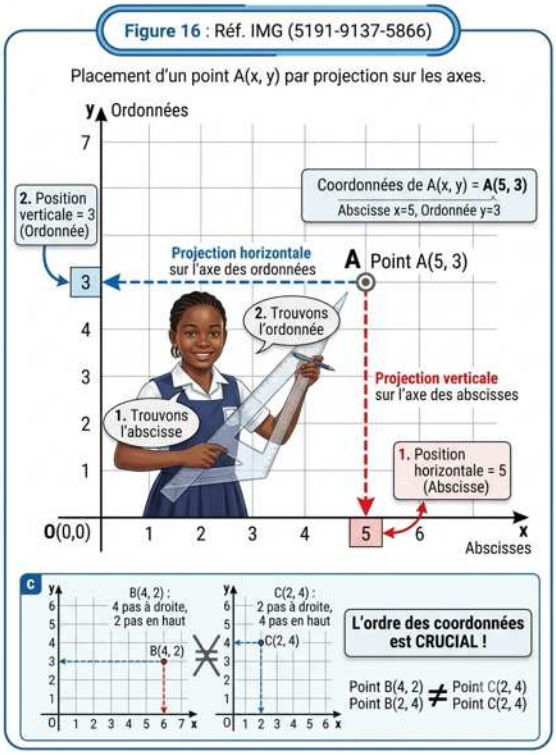


Figure 16 — Placement d'un point A(x, y) par projection sur les axes.

Pour trouver l'abscisse d'un point P, on trace une ligne verticale partant de P jusqu'à l'axe des x. Le nombre où cette ligne touche l'axe est l'abscisse du point. C'est la première partie de son adresse. Elle indique sa position horizontale par rapport à l'origine O. Pour trouver l'ordonnée, on effectue une opération similaire. On trace une ligne horizontale partant du point P

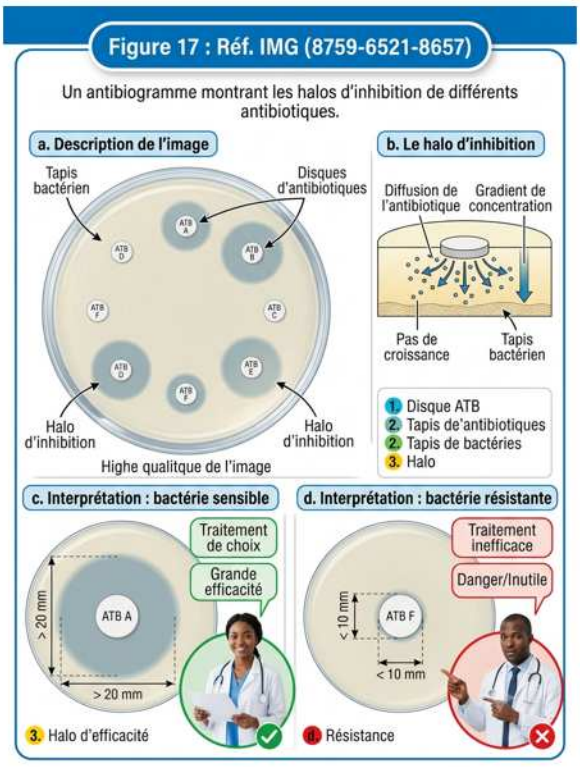


Figure 17 — Un antibiogramme montrant les halos d'inhibition de différents antibiotiqu

L'image montre une boîte de Petri. Sa surface est couverte d'un "tapis" uniforme de bactéries. Plusieurs disques blancs, chacun contenant un antibiotique différent, sont posés sur ce tapis. Autour de certains disques, une zone claire circulaire est visible. C'est le halo d'inhibition. Ce halo est la zone où les bactéries n'ont pas pu se développer à cause de l'action de l'antibiotique.

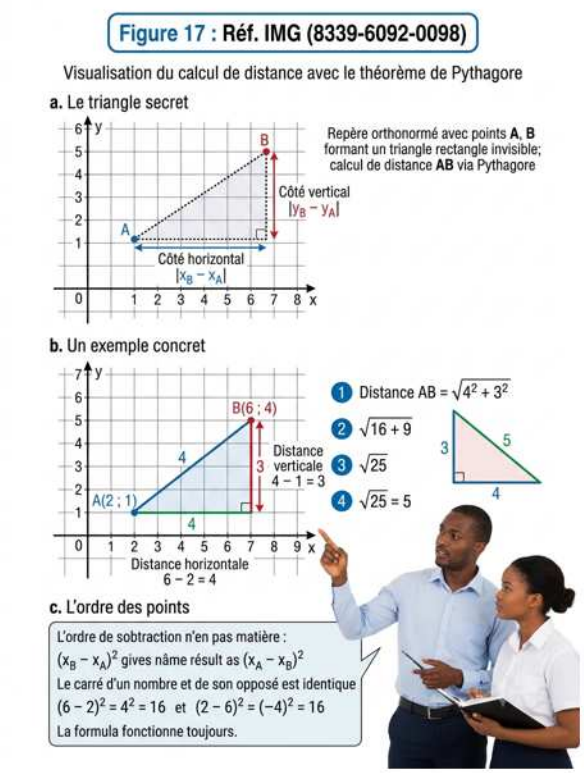


Figure 17 — Visualisation du calcul de distance avec le théorème de Pythagore

Un repère orthonormé contient deux points, A et B. Ces points forment l'hypoténuse d'un triangle rectangle invisible. Les deux autres côtés du triangle sont parallèles aux axes du repère. La longueur de ces côtés correspond à la différence des abscisses ($|x_B - x_A|$) et à la différence des ordonnées ($|y_B - y_A|$). Le calcul de la distance AB revient à appliquer le théorème de

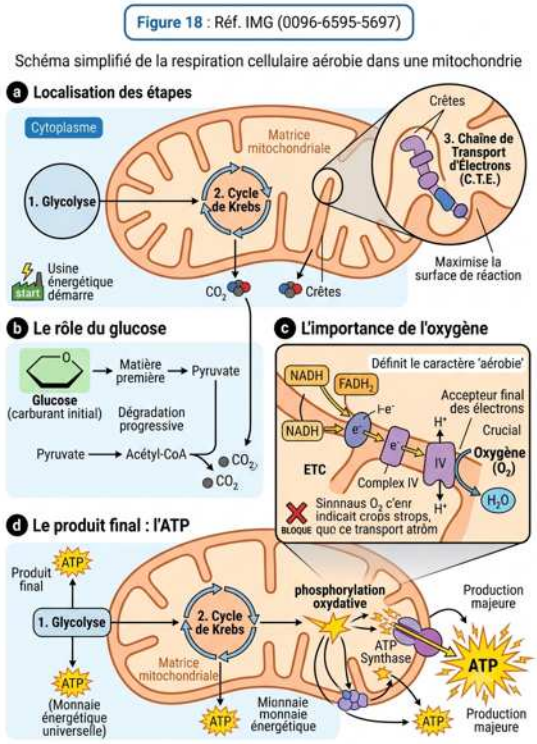


Figure 18 — Schéma simplifié de la respiration cellulaire aérobie dans une mitochondri

Le diagramme montre que la glycolyse se passe à l'extérieur de la mitochondrie, dans le cytoplasme. Le cycle de Krebs se déroule à l'intérieur, dans la matrice. La chaîne de transport d'électrons est localisée sur les crêtes de la membrane interne, maximisant la surface de réaction. Le glucose est la matière première, le carburant initial. Il est introduit au début du processus, durant la

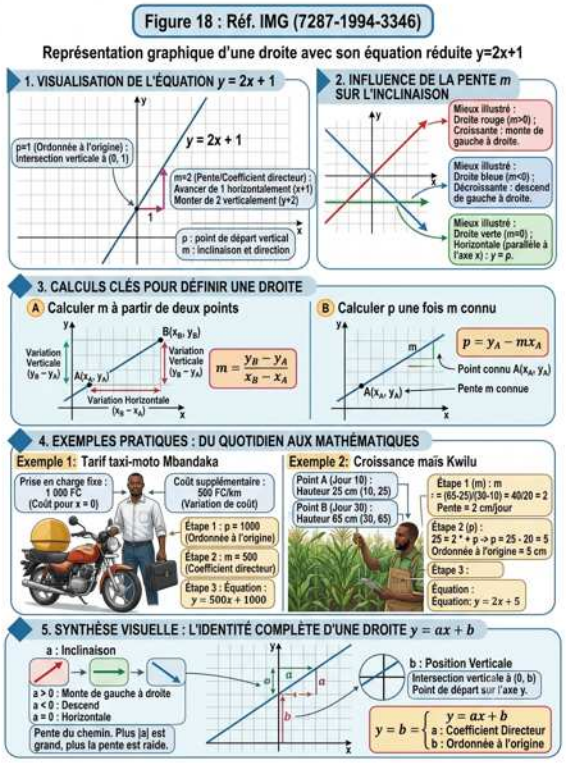


Figure 18 — Représentation graphique d'une droite avec son équation réduite y=2x+1

Ce graphique montre la droite d'équation $y = 2x + 1$. Le nombre $p=1$ correspond au point où la droite coupe l'axe vertical (l'axe des ordonnées). Ce point a pour coordonnées $(0, 1)$. C'est le "point de départ" vertical de la droite. Le nombre $m=2$ représente la pente. Pour chaque unité avancée horizontalement vers la droite (de x à $x+1$), la droite "monte" de deux unités

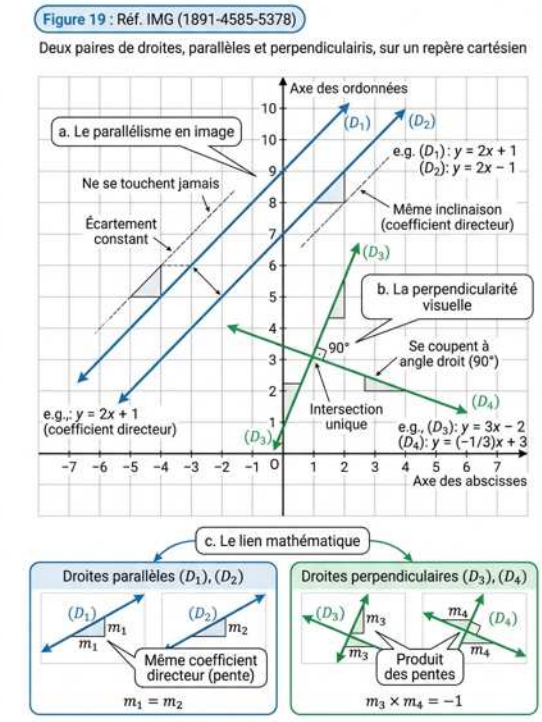


Figure 19 — Deux paires de droites, parallèles et perpendiculaires, sur un repère carté

L'illustration montre deux droites, (D_1) et (D_2), qui ne se touchent jamais. Elles gardent un écartement constant. Visuellement, elles montent ou descendent avec la même inclinaison. C'est la signature du parallélisme. Leurs coefficients directeurs sont donc identiques. Une autre paire de droites, (D_3) et (D_4), se coupe pour former un angle parfaitement droit, un angle de 90°.

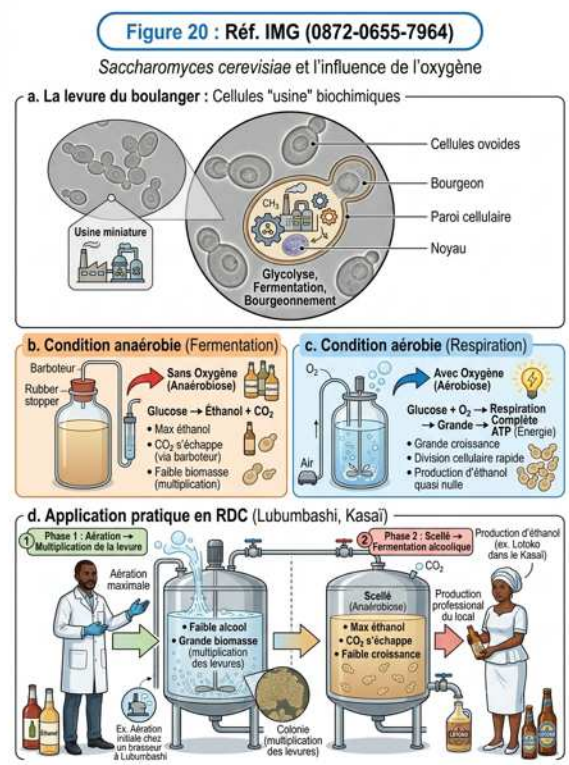


Figure 20 — Saccharomyces cerevisiae et l'influence de l'oxygène

L'image microscopique révèle des cellules de *Saccharomyces cerevisiae*. Ces organismes ovoïdes se reproduisent par bourgeonnement. Chaque cellule est une usine biochimique miniature capable de réaliser la glycolyse et la fermentation. Leur robustesse et leur efficacité les rendent idéales pour les applications industrielles. Dans un milieu scellé, privé d'oxygène, les levures consomment

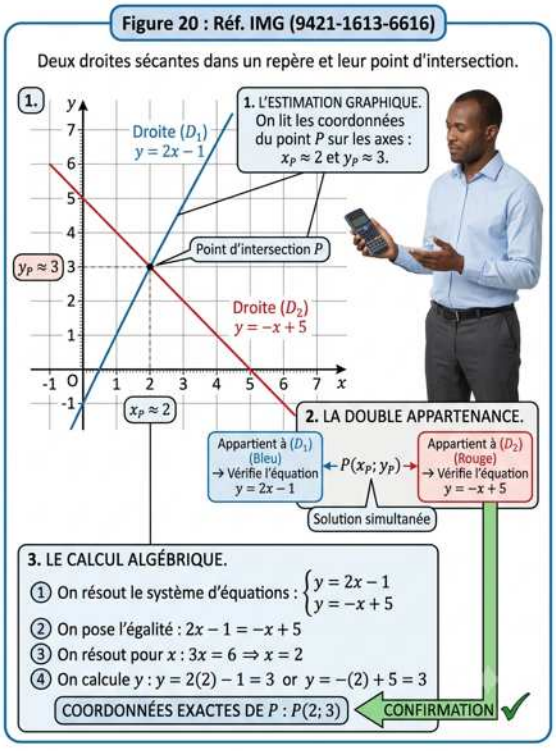


Figure 20 — Deux droites sécantes dans un repère et leur point d'intersection.

Le graphique montre deux droites, (D_1) en bleu et (D_2) en rouge. Elles se coupent en un seul point, noté P. En lisant le graphique, on peut estimer les coordonnées de ce point P. L'abscisse se lit sur l'axe horizontal (les x) et l'ordonnée sur l'axe vertical (les y). Ce point est la solution visuelle du problème. Le point P est un élément de la droite (D_1). Ses coordonnées

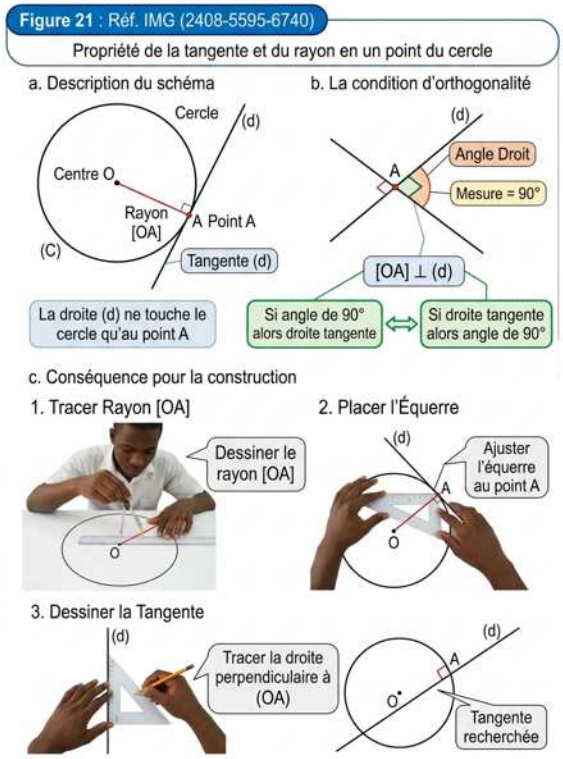


Figure 21 — Propriété de la tangente et du rayon en un point du cercle

Le schéma présente un cercle $(\mathcal{C})$ de centre O. Le point A est un point appartenant à la circonférence de ce cercle. La droite (d) passe par le point A et ne touche le cercle qu'en ce point. Cette droite (d) est donc la tangente au cercle $(\mathcal{C})$ au point A. L'élément crucial est l'angle droit, symbolisé par un petit carré au point A. Il indique que l'angle entre

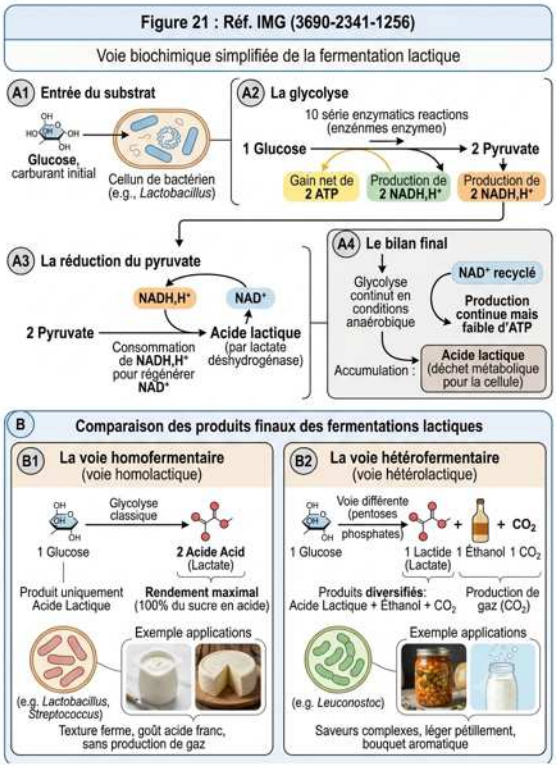


Figure 21 — Voie biochimique simplifiée de la fermentation lactique

Le glucose, sucre simple, pénètre dans le cytoplasme de la bactérie lactique. Il constitue le carburant initial de toute la réaction. Sans ce sucre, la glycolyse et la fermentation qui en découle ne peuvent pas démarrer. Une série de dix réactions enzymatiques dégrade une molécule de glucose en deux molécules de pyruvate. Cette étape produit un gain net de 2 ATP et réduit deux

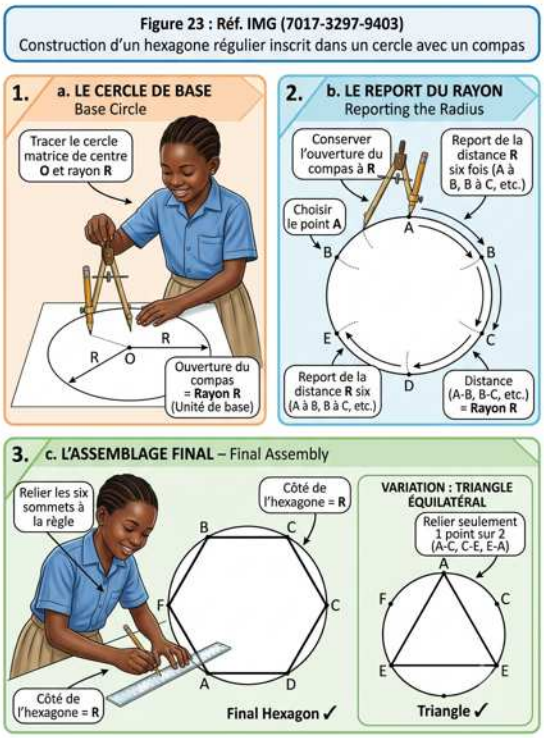


Figure 23 — Construction d'un hexagone régulier inscrit dans un cercle avec un compas

Un cercle de centre O et de rayon R est d'abord tracé. Le compas est l'outil principal. Il conserve la mesure du rayon, qui devient l'unité de base pour la construction. Le choix du rayon détermine la taille finale du polygone. Tout part de ce cercle initial, la matrice de la future figure géométrique. Une propriété remarquable concerne l'hexagone régulier. Son côté a une longueur

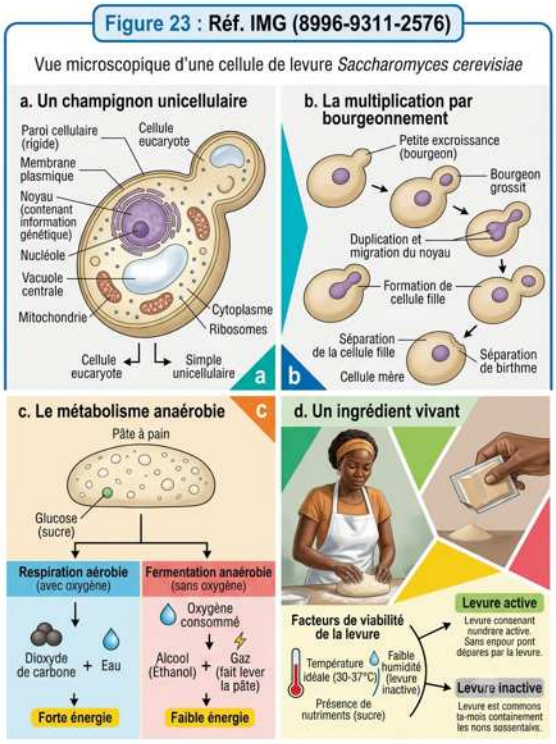


Figure 23 — Vue microscopique d'une cellule de levure Saccharomyces cerevisiae

L'image représente la structure d'une cellule de *Saccharomyces cerevisiae*. On distingue sa paroi cellulaire rigide qui lui donne sa forme, son noyau contenant l'information génétique, et des vacuoles. C'est une cellule eucaryote, comme les nôtres, mais beaucoup plus simple. Souvent, on observe une petite excroissance sur la cellule mère. Il s'agit du bourgeonnement, son mode de

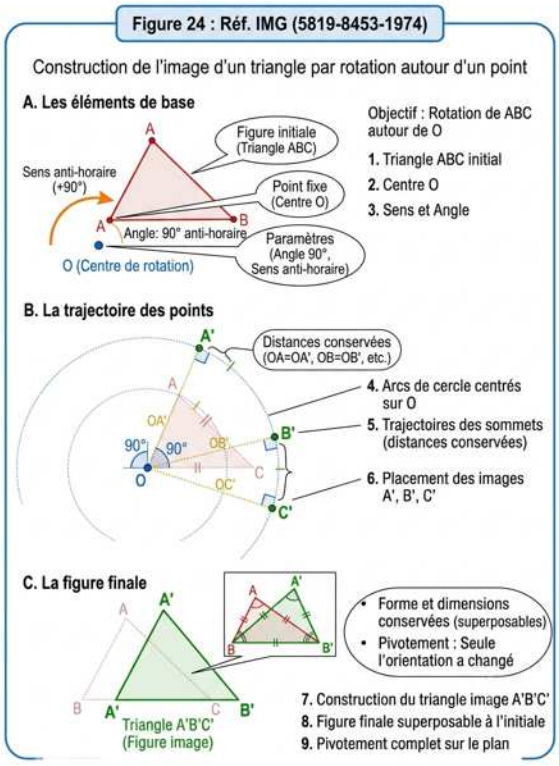


Figure 24 — Construction de l'image d'un triangle par rotation autour d'un point

Le dessin montre un triangle ABC (la figure initiale), un point O (le centre de rotation) et un angle de $90°$ dans le sens anti-horaire. L'objectif est de faire tourner le triangle autour du point O. Chaque sommet du triangle va bouger. Chaque sommet (A, B, C) suit un arc de cercle centré sur O. Le point A se déplace pour devenir A', le point B devient B' et C devient

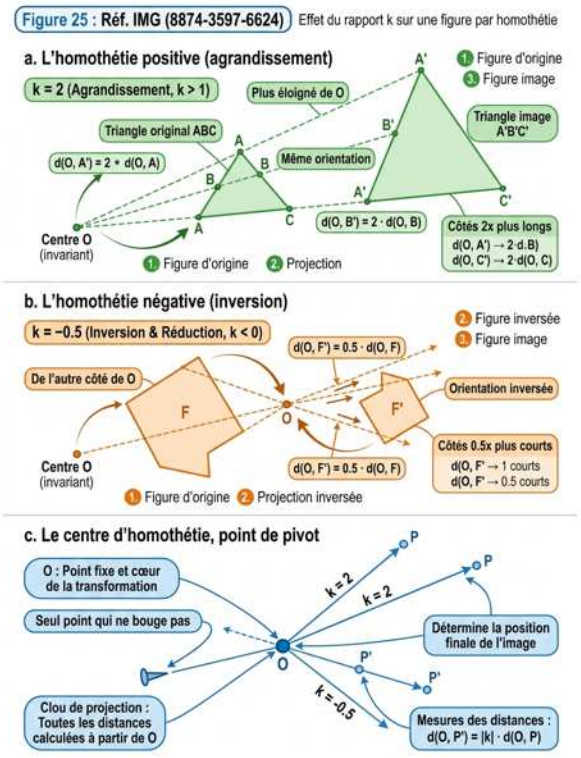


Figure 25 — Effet du rapport k sur une figure par homothétie

Une figure (un triangle ABC) subit une homothétie de centre O et de rapport $k = 2$. Le nouveau triangle A'B'C' est une version agrandie. Ses côtés sont deux fois plus longs que ceux du triangle original. La figure A'B'C' est plus éloignée du centre O mais conserve la même orientation. Tous les points ont été "poussés" loin de O. Une figure (un polygone F) subit une homothétie de centre O et

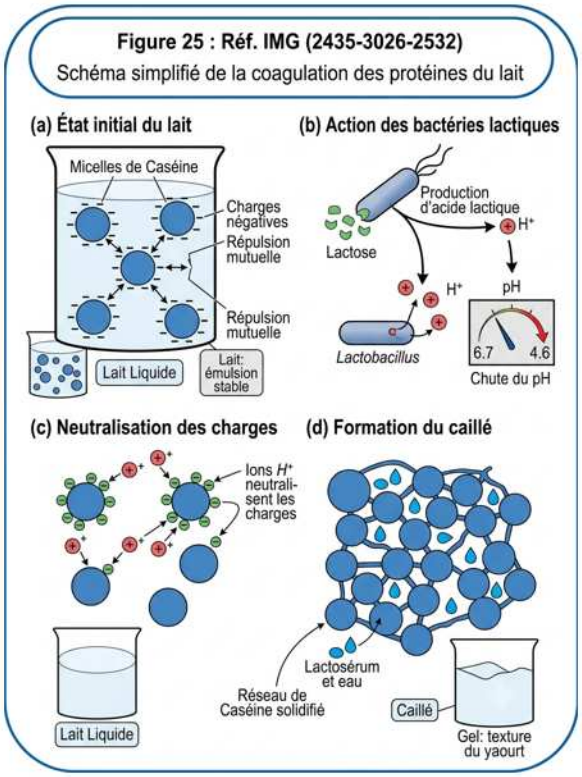


Figure 25 — Schéma simplifié de la coagulation des protéines du lait

Le lait est une émulsion stable. Les protéines, appelées micelles de caséine, portent des charges négatives à leur surface. Ces charges créent une répulsion mutuelle qui les maintient dispersées et le lait liquide. Les bactéries, comme *Lactobacillus*, consomment le lactose et libèrent de l'acide lactique. Cet acide libère des ions hydrogène (H^+) dans le milieu, ce qui augmente l'acidité

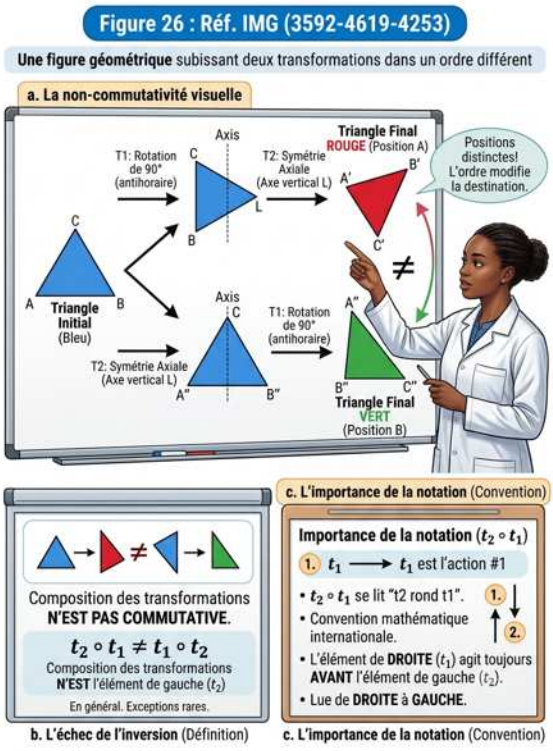


Figure 26 — Une figure géométrique subissant deux transformations dans un ordre diff

Le triangle bleu initial subit deux transformations. La voie du haut montre une rotation suivie d'une symétrie axiale. Le triangle arrive en position rouge. La voie du bas montre la même symétrie suivie de la même rotation. Le triangle arrive en position verte. Les positions finales rouge et verte sont distinctes. Cette image prouve que l'ordre des transformations est crucial. Changer

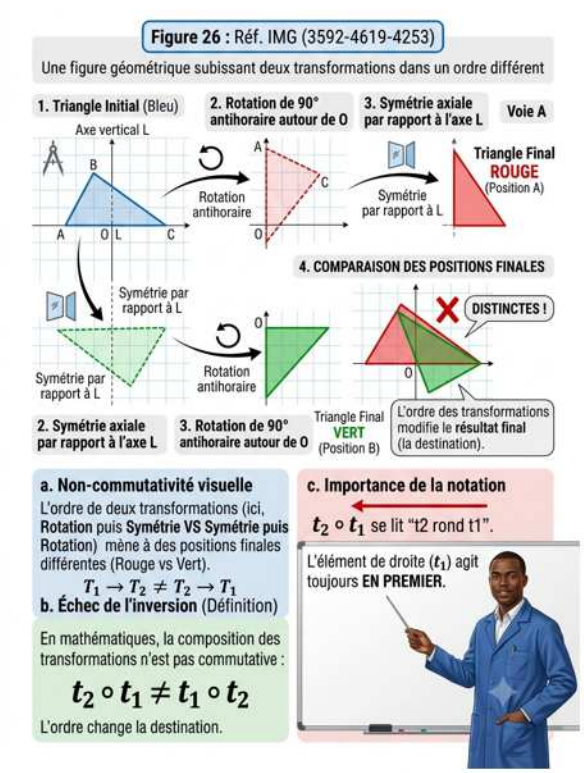


Figure 26 — Une figure géométrique subissant deux transformations dans un ordre diff

Le triangle bleu initial subit deux transformations. La voie du haut montre une rotation suivie d'une symétrie axiale. Le triangle arrive en position rouge. La voie du bas montre la même symétrie suivie de la même rotation. Le triangle arrive en position verte. Les positions finales rouge et verte sont distinctes. Cette image prouve que l'ordre des transformations est crucial. Changer

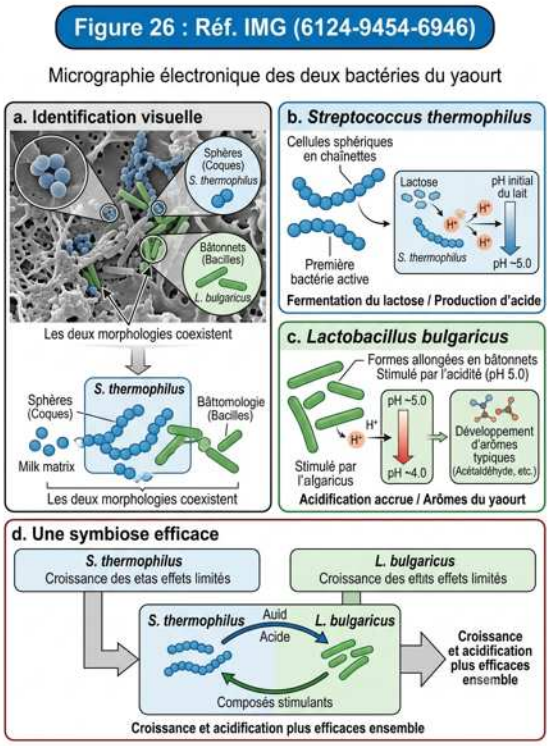


Figure 26 — Micrographie électronique des deux bactéries du yaourt

Cette image montre les deux types de bactéries responsables de la fermentation du yaourt. Leur morphologie distincte permet de les identifier : les sphères (coques) et les bâtonnets (bacilles) coexistent dans le même milieu. Les petites sphères regroupées en chaînettes sont des *Streptococcus thermophilus*. Cette bactérie est la première à agir. Elle fermente rapidement le lactose et produit

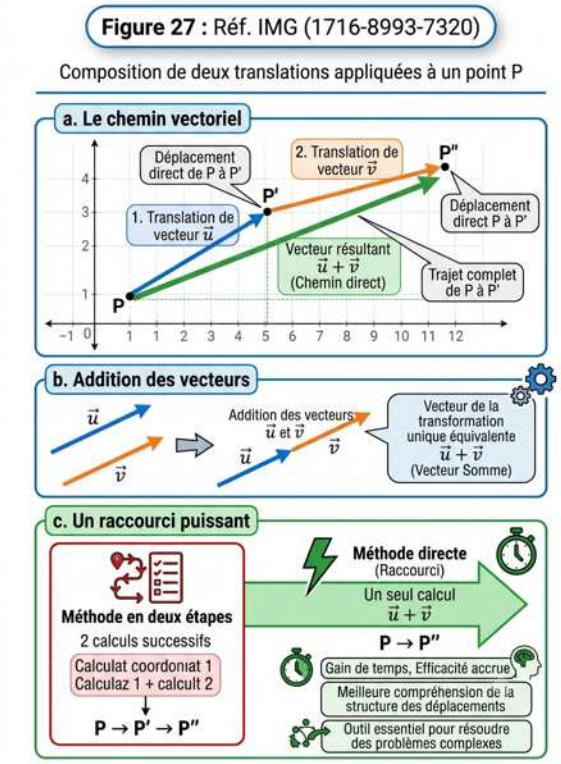


Figure 27 — Composition de deux translations appliquées à un point P

Un point P subit une première translation de vecteur $\vec{u}$. Il arrive au point P'. Ce déplacement est direct et mesurable. Ensuite, le point P' subit une seconde translation de vecteur $\vec{v}$, arrivant au point final P''. Le trajet complet de P à P'' est la somme des deux mouvements. Visuellement, le vecteur qui relie directement P à P'' est le vecteur $\vec{u}+\vec{v}$.

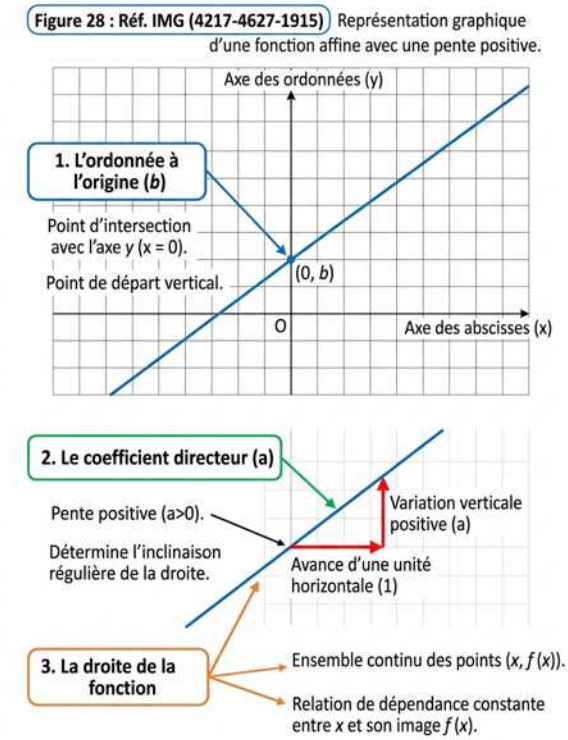


Figure 28 — Représentation graphique d'une fonction affine avec une pente positive.

Le point d'intersection de la droite avec l'axe vertical (y) est l'ordonnée à l'origine. C'est la valeur de la fonction lorsque $x=0$. Visuellement, c'est le point de départ de la droite sur l'axe des ordonnées. Sur ce graphique, on voit que la droite coupe l'axe à une valeur positive, qui correspond à b. La pente de la droite est déterminée par le coefficient a. Pour le visualiser,

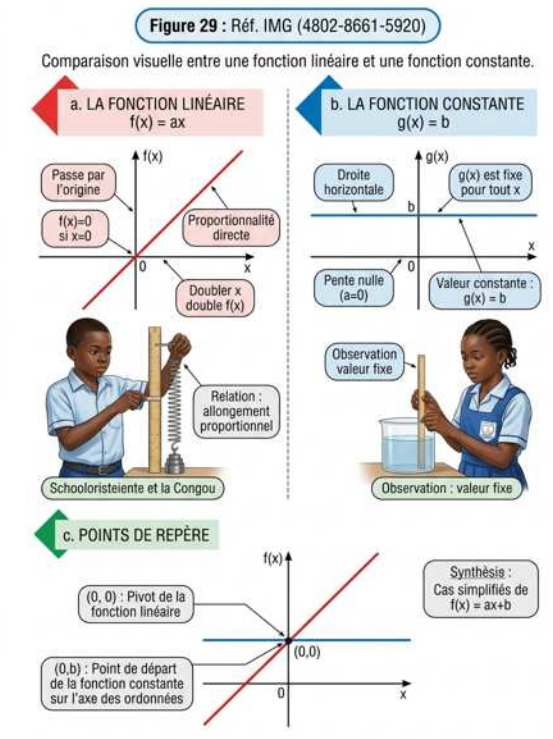


Figure 29 — Comparaison visuelle entre une fonction linéaire et une fonction constante

Cette droite rouge illustre une fonction linéaire. Son caractéristique principale est qu'elle passe par l'origine du repère, le point $(0,0)$. Cela signifie que si la variable x est nulle, le résultat de la fonction est aussi nul. La proportionnalité est directe : si on double x, on double $f(x)$. La droite bleue, parfaitement horizontale, représente une fonction constante. Peu importe la

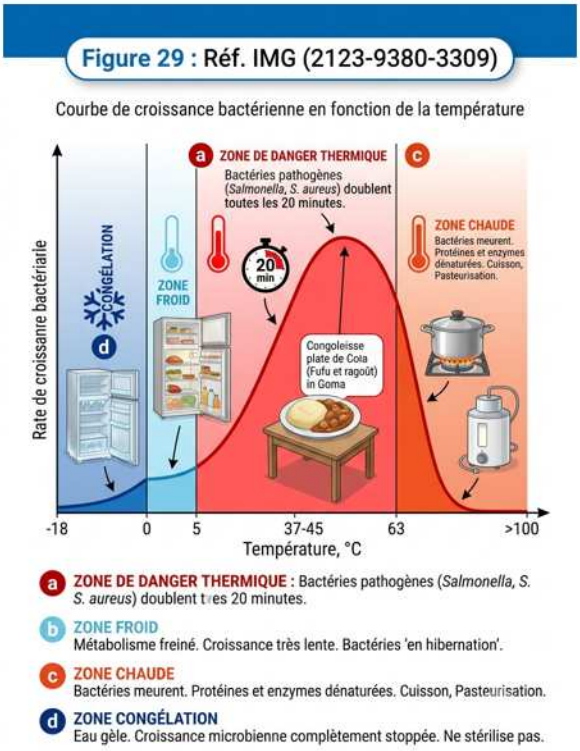


Figure 29 — Courbe de croissance bactérienne en fonction de la température

Le graphique illustre la zone critique, typiquement entre 5 °C et 63 °C. Dans cette plage, les bactéries pathogènes comme *Salmonella* ou *Staphylococcus aureus* doublent leur population toutes les 20 minutes. Un plat laissé sur la table à Goma ou à Bukavu y entre rapidement. En dessous de 5 °C, le métabolisme des bactéries est considérablement freiné. Elles ne sont pas tuées, mais leur

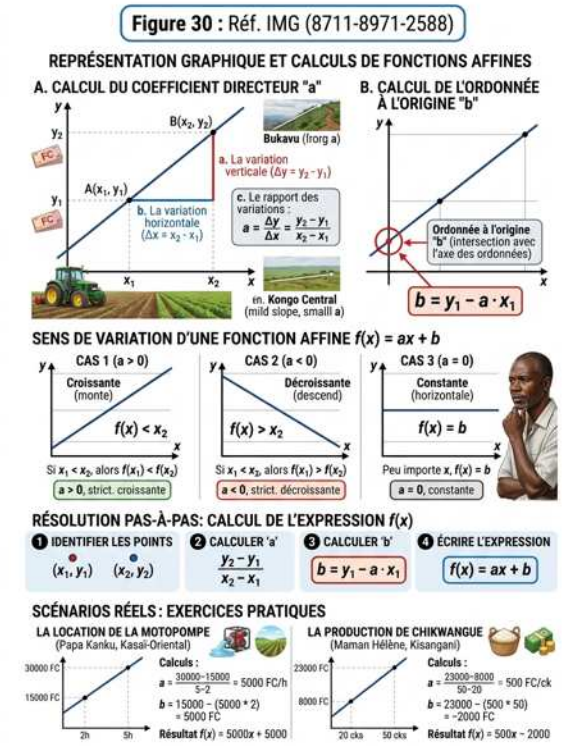


Figure 30 — Représentation graphique du calcul du coefficient directeur 'a' sur une dro

Le segment vertical en rouge sur le graphique illustre la différence entre les ordonnées des deux points, soit $y_2 - y_1$. C'est la distance verticale qui sépare le point A du point B. Cette valeur montre de combien "monte" ou "descend" la droite entre ces deux points. Une valeur positive indique une montée, une valeur négative une descente. Le segment horizontal en bleu représente la différence

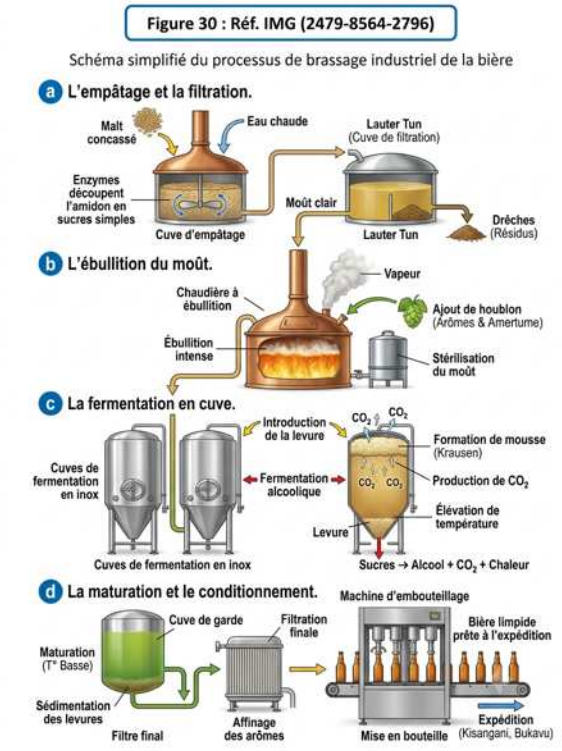


Figure 30 — Schéma simplifié du processus de brassage industriel de la bière

Visuellement, cette première phase ressemble à la préparation d'une bouillie épaisse. Le grain concassé (malt) est mélangé à de l'eau chaude. Les enzymes naturelles du grain découpent l'amidon en sucres simples. Le liquide sucré (moût) est ensuite séparé des résidus de grain. Le moût clair est transféré dans une grande chaudière où il bout intensément. Cette action a un double rôle :

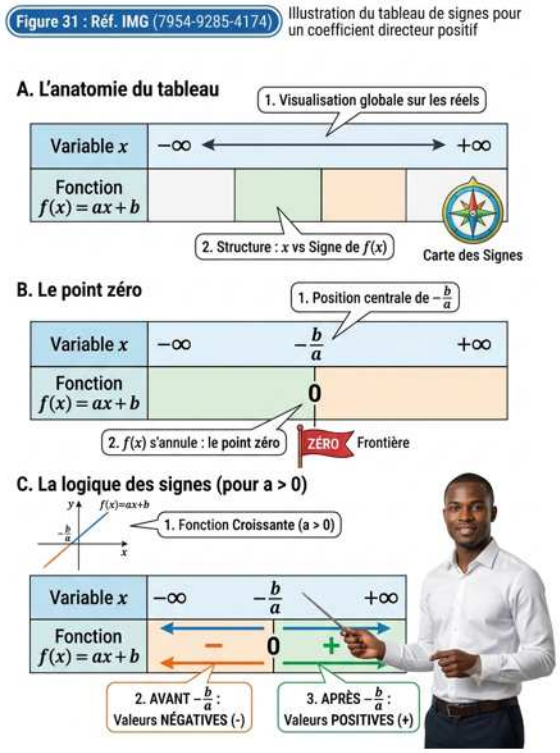


Figure 31 — Illustration du tableau de signes pour un coefficient directeur positif

Le tableau de signes possède deux lignes. La première ligne représente les valeurs de la variable x, allant de $-\infty$ à $+\infty$. La seconde ligne, nommée $f(x)$ ou $ax+b$, montre le signe du résultat de la fonction. Cette structure permet de visualiser d'un seul coup d'œil le comportement de la fonction sur l'ensemble des nombres réels. C'est une carte géographique des signes. La valeur

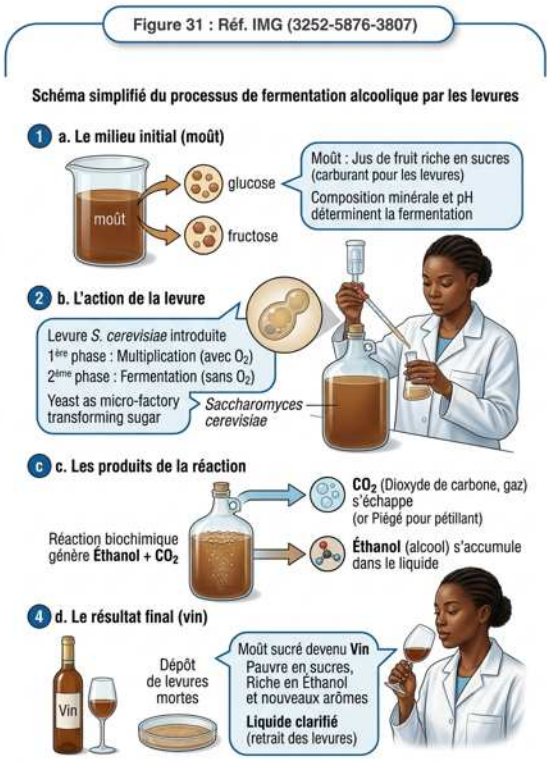


Figure 31 — Schéma simplifié du processus de fermentation alcoolique par les levures

Le moût est le jus de fruit non fermenté. Sa richesse en sucres (glucose, fructose) constitue le carburant essentiel pour les levures. Son pH et sa composition minérale déterminent la vitesse et la qualité de la fermentation. Un moût équilibré est la première condition d'un bon vin. La levure *Saccharomyces cerevisiae* est introduite dans le moût. Elle se multiplie d'abord en présence

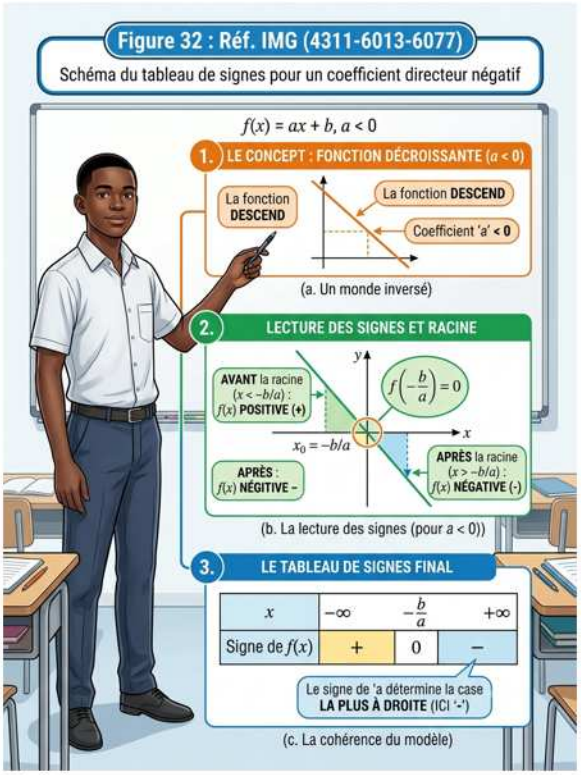


Figure 32 — Schéma du tableau de signes pour un coefficient directeur négatif

Lorsque le coefficient directeur a est négatif, la logique est simplement inversée par rapport au cas précédent. La fonction est décroissante. Elle ne monte pas, elle descend. L'analyse visuelle de ce tableau montre une séquence qui commence par le positif pour finir dans le négatif, confirmant le caractère décroissant de la fonction. Pour une fonction décroissante, les valeurs sont d'abord

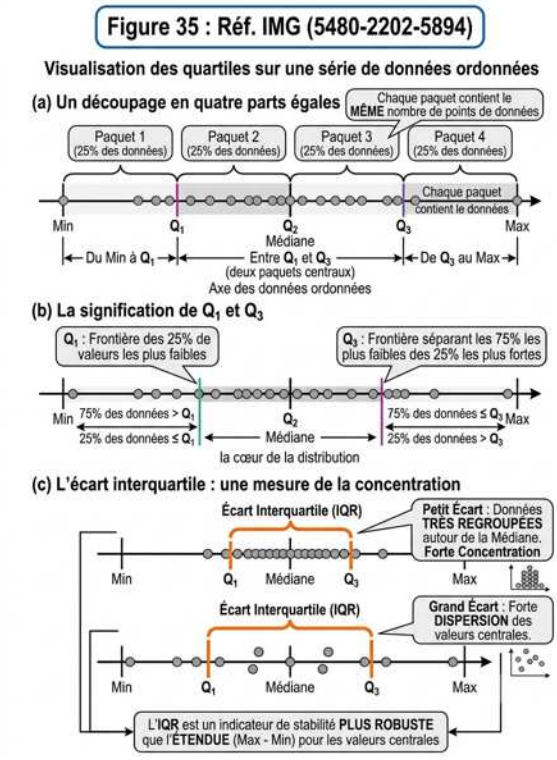


Figure 35 — Visualisation des quartiles sur une série de données ordonnées

Cette illustration montre une série de données représentées par des points sur un axe. Les valeurs Q_1, Q_2 (Médiane) et Q_3 agissent comme des bornes. Elles séparent la série en quatre paquets contenant chacun le même nombre de points de données. Le premier paquet va du minimum à Q_1. Le dernier paquet va de Q_3 au maximum. Les deux paquets centraux sont situés entre Q_1 et Q_3.

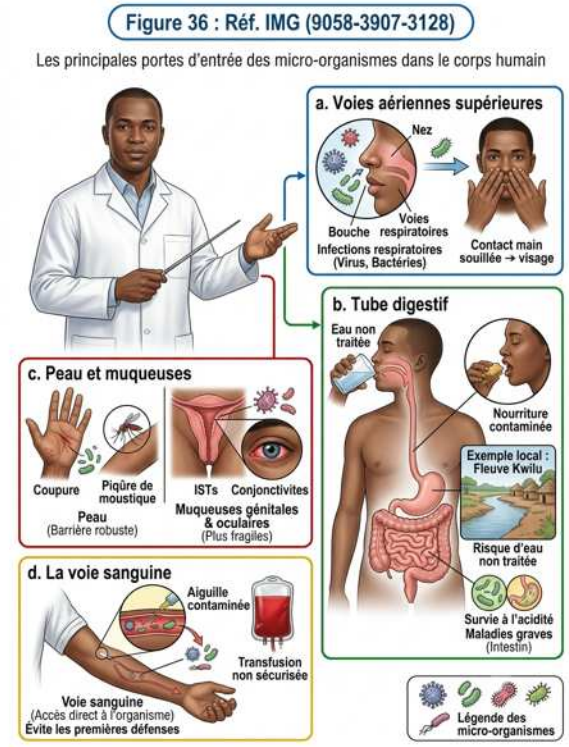


Figure 36 — Les principales portes d'entrée des micro-organismes dans le corps humai

Cette illustration met en évidence le nez et la bouche. Ces orifices sont les portes d'entrée les plus communes pour les virus et bactéries responsables des infections respiratoires. Un simple contact de la main souillée avec le visage suffit à initier une contamination. La bouche est aussi la porte d'entrée de la voie digestive. Les microbes ingérés avec de la nourriture ou de l'eau non

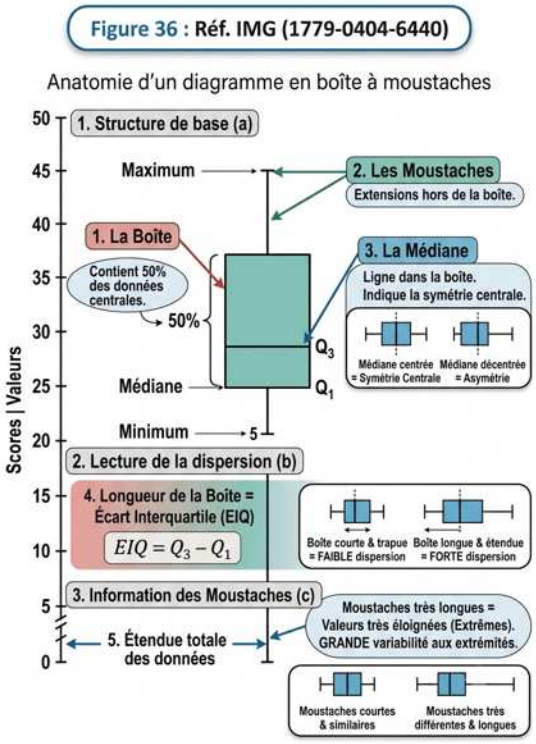


Figure 36 — Anatomie d'un diagramme en boîte à moustaches

Le diagramme se compose d'une partie centrale, la "boîte", et de deux extensions, les "moustaches". La boîte contient les 50% de données centrales. La position de la ligne de la médiane à l'intérieur de la boîte donne une idée de la symétrie de la distribution. Si la médiane est au centre de la boîte, la distribution des données centrales est symétrique. La longueur de la boîte correspond à

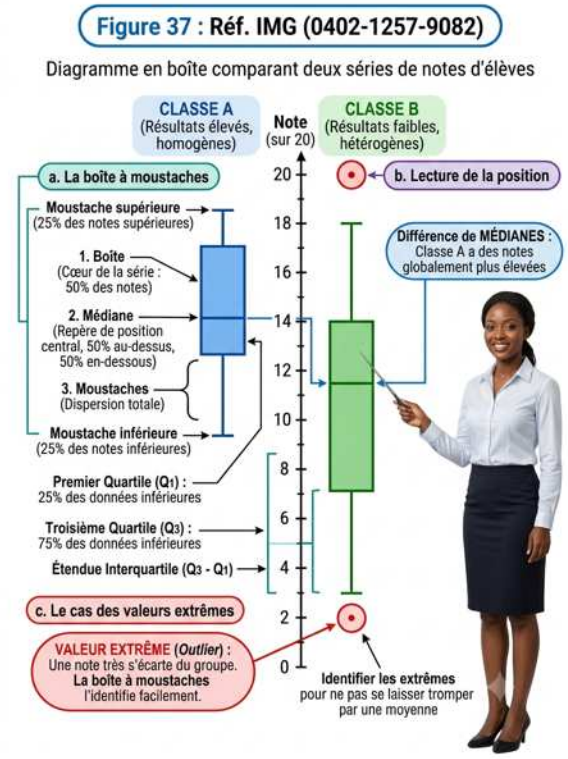


Figure 37 — Diagramme en boîte comparant deux séries de notes d'élèves

Ce diagramme montre bien plus qu'une moyenne. La boîte centrale représente le cœur de la série : 50 % des données s'y trouvent. Le trait à l'intérieur de la boîte est la médiane. Les "moustaches" (les lignes aux extrémités) montrent l'étendue totale des valeurs, des plus faibles aux plus fortes. En plaçant deux boîtes l'une à côté de l'autre, on compare visuellement la position et la dispersion

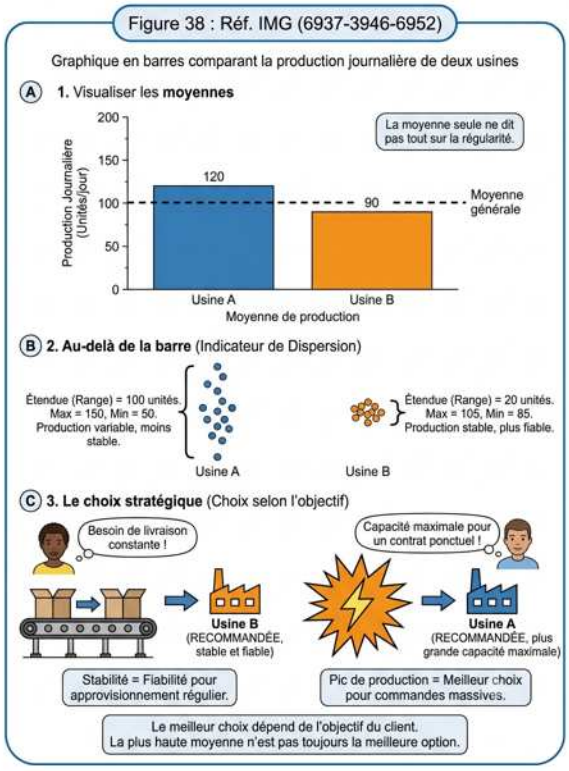


Figure 38 — Graphique en barres comparant la production journalière de deux usines

Ce graphique simple compare directement les moyennes de production de deux usines. L'usine A produit en moyenne plus que l'usine B. Ce premier constat est immédiat. Cependant, ce graphique ne dit rien sur la régularité de la production. L'usine A a-t-elle des jours excellents et des jours très mauvais ? L'usine B a-t-elle une production stable chaque jour ? Pour répondre, il faut un

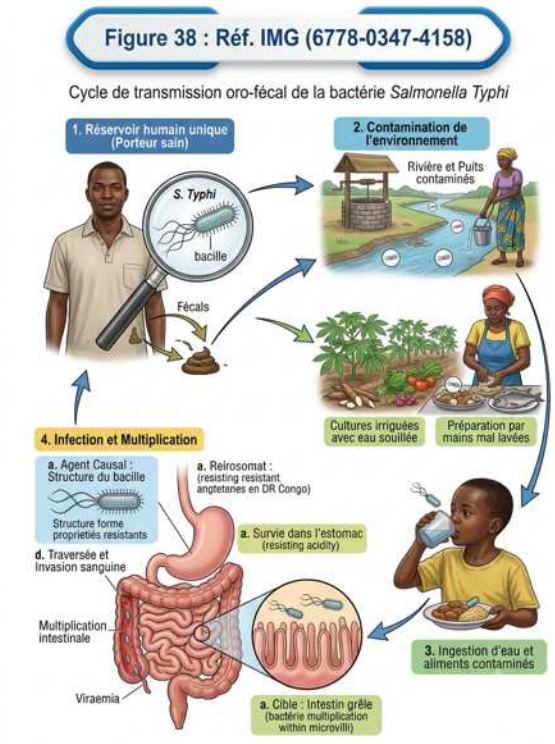


Figure 38 — Cycle de transmission oro-fécal de la bactérie Salmonella Typhi

La bactérie responsable est *Salmonella Typhi*. Ce bacille est particulièrement adapté à l'environnement intestinal humain, où il peut survivre et se multiplier. Sa structure lui permet de résister à l'acidité de l'estomac avant d'atteindre sa cible, l'intestin. L'homme est le seul réservoir connu de cette bactérie. Une personne guérie peut continuer à excréter la bactérie dans

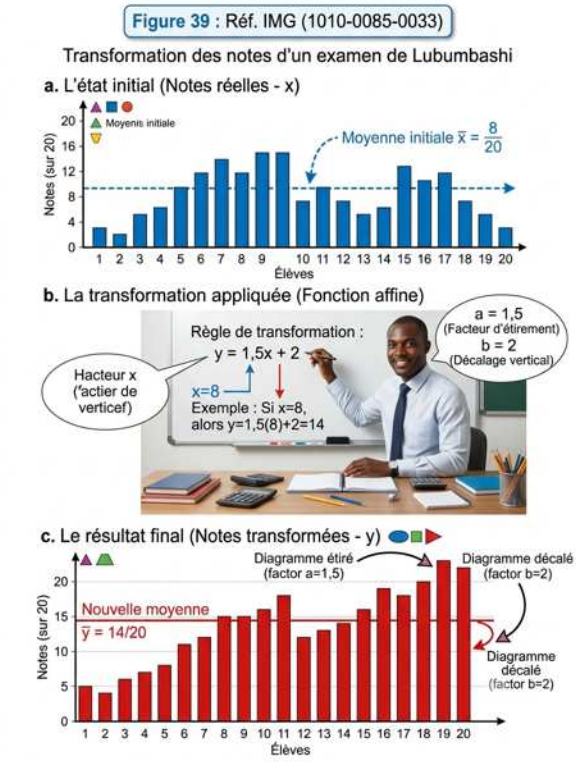


Figure 39 — Transformation des notes d'un examen de Lubumbashi

Un diagramme en bâtons montre les notes de 20 élèves à un examen. La distribution est centrée autour de la note 8/20, qui est la moyenne. Les notes s'étalent de 2 à 14. Cette représentation visuelle donne une idée claire de la performance globale de la classe avant toute modification. La dispersion des notes autour de cette moyenne est visible. L'enseignant juge les notes trop basses. Il applique

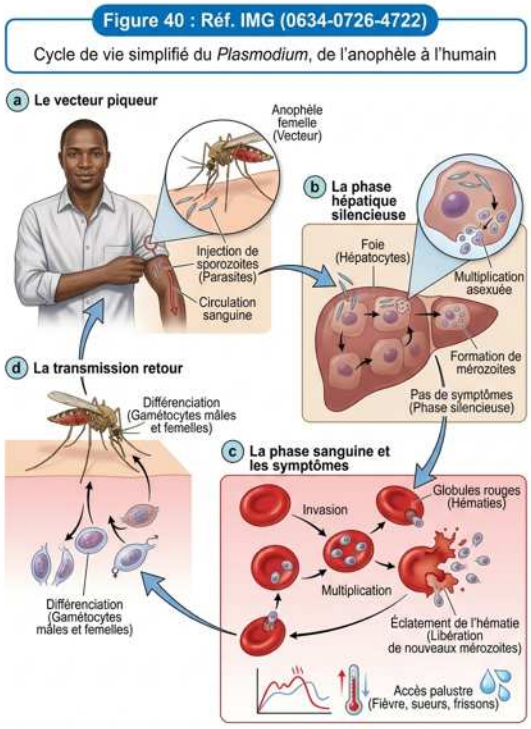


Figure 40 — Cycle de vie simplifié du Plasmodium, de l'anophèle à l'humain

Un moustique Anophèle femelle, déjà infecté, pique un individu sain pour son repas de sang. Durant la piqûre, il injecte des sporozoïtes de *Plasmodium* présents dans sa salive. L'infection commence à cet instant précis. Rapidement, les sporozoïtes voyagent via la circulation sanguine jusqu'au foie. Ils y pénètrent les cellules hépatiques (hépatocytes) et s'y multiplient de manière asexuée.

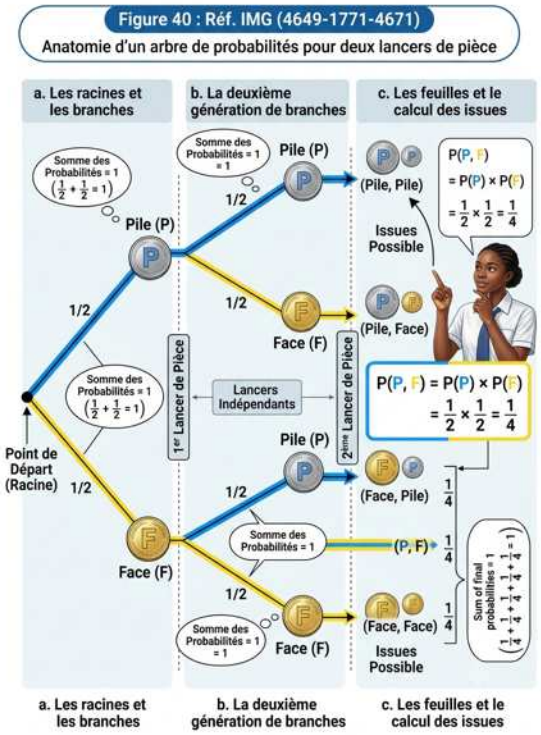


Figure 40 — Anatomie d'un arbre de probabilités pour deux lancers de pièce

Le dessin commence par un point. De ce point, deux branches partent pour le premier lancer : une vers "Pile" (P) et une vers "Face" (F). Si la pièce est équilibrée, la probabilité sur chaque branche est $1/2$. La somme des probabilités issues d'un même nœud doit toujours être égale à 1. Ici, $1/2 + 1/2 = 1$. Cet ensemble représente la première épreuve. À partir du résultat "Pile", deux

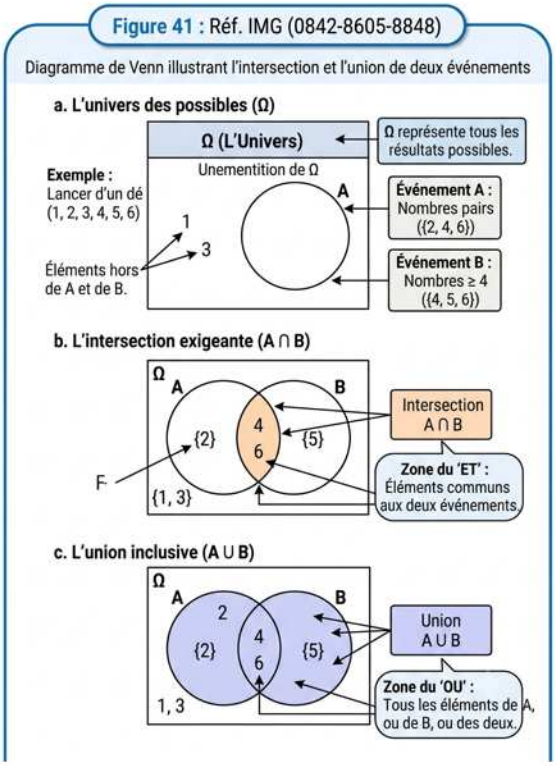


Figure 41 — Diagramme de Venn illustrant l'intersection et l'union de deux événements

Le grand rectangle représente tous les résultats possibles de notre expérience. Dans le cas du dé, ce sont les chiffres de 1 à 6. Le chiffre 1 et 3, qui ne sont ni dans A ni dans B, se trouvent à l'extérieur des cercles mais à l'intérieur du rectangle. La zone centrale où les deux cercles se croisent représente l'intersection. Elle contient les éléments qui appartiennent à la fois à

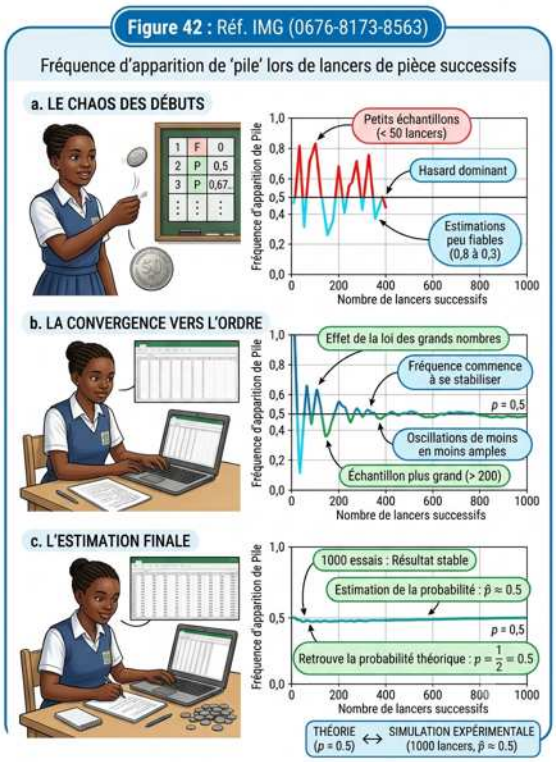


Figure 42 — Fréquence d'apparition de 'pile' lors de lancers de pièce successifs

Le graphique montre la fréquence de l'événement "obtenir pile" en fonction du nombre de lancers. Pour les premiers lancers (de 1 à 50), la courbe varie énormément. La fréquence peut être de 0,8 ou 0,3. Le hasard domine et aucune tendance claire ne se dessine. À ce stade, l'estimation est très peu fiable. Progressivement, à mesure que le nombre de lancers augmente (au-delà de 200), la courbe

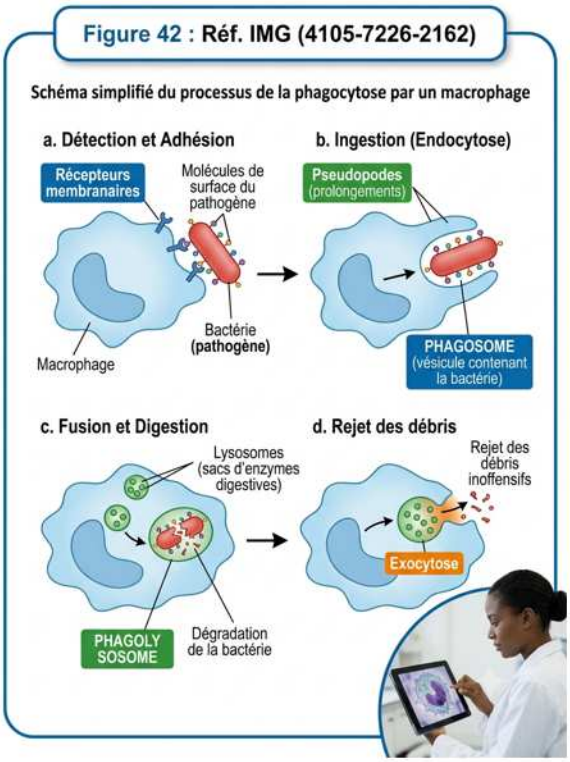


Figure 42 — Schéma simplifié du processus de la phagocytose par un macrophage

Le phagocyte (ici, un macrophage) reconnaît les molécules présentes à la surface du pathogène (une bactérie). Il se fixe à sa cible grâce à des récepteurs membranaires, un peu comme une clé dans une serrure. La membrane du macrophage se déforme. Elle émet des prolongements, les pseudopodes, qui enveloppent complètement la bactérie. La bactérie se retrouve enfermée dans une vésicule à

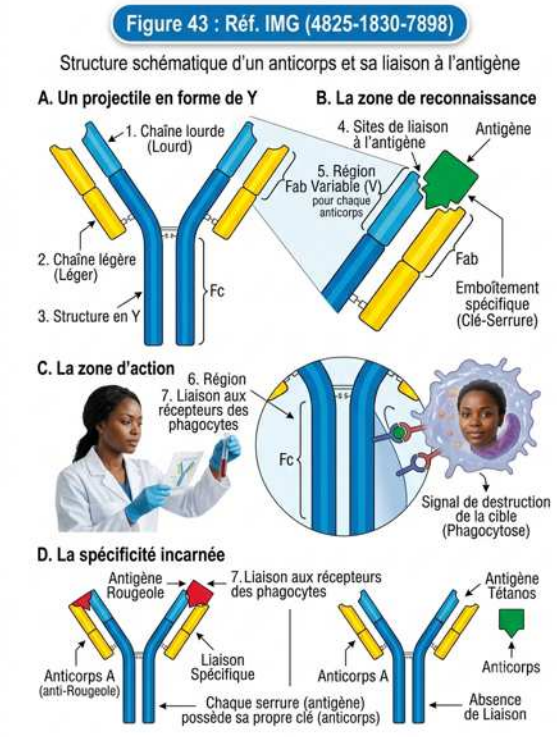


Figure 43 — Structure schématique d'un anticorps et sa liaison à l'antigène

L'image montre la structure typique d'un anticorps, ou immunoglobuline. On observe deux chaînes lourdes et deux chaînes légères. L'ensemble forme une structure symétrique en Y. Cette forme est fondamentale pour sa fonction. Aux extrémités des deux bras du Y se trouvent les sites de liaison à l'antigène. Cette région, dite "variable", est unique pour chaque type d'anticorps. Elle s'emboîte