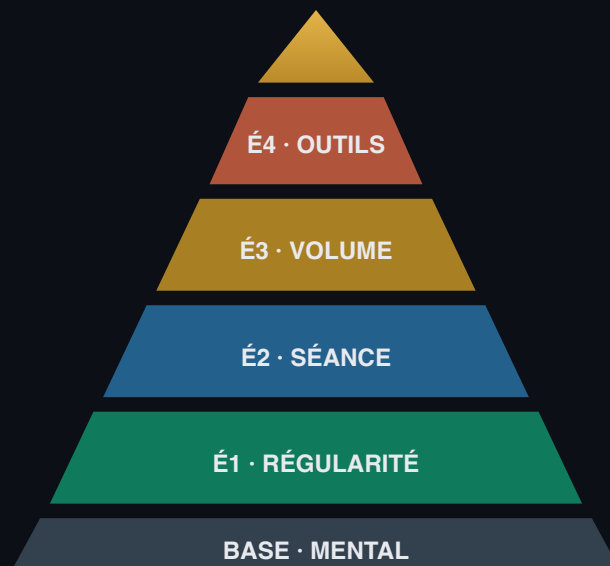


CONSTELLATION · LE SYSTÈME VERTICAL

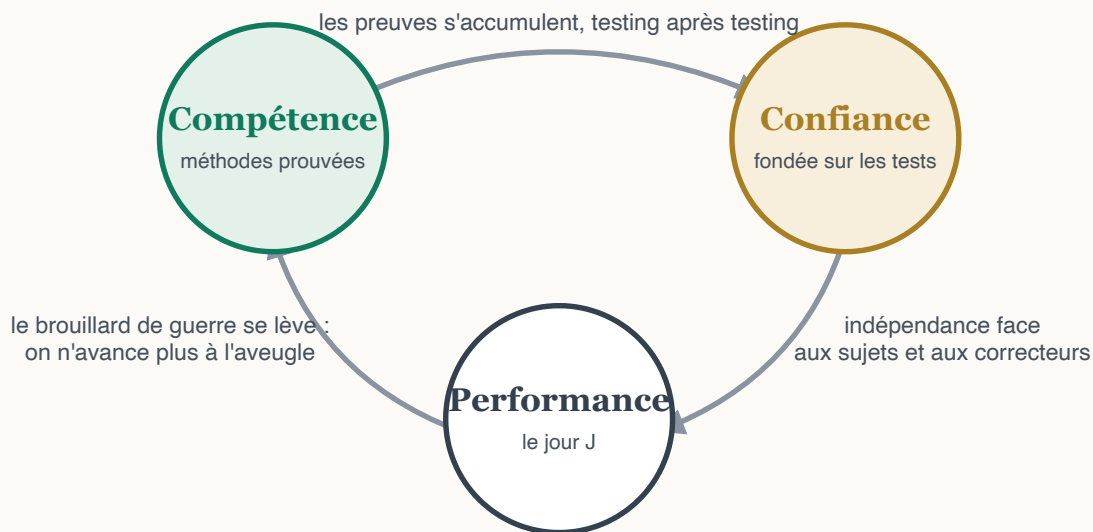
La Pyramide de Progression

Comment un élève progresse réellement en mathématiques — les principes issus de la recherche, l'ordre dans lequel ils s'empilent, et les outils qui les rendent applicables chaque semaine.



La confiance ne se décrète pas. Elle se constate.

Tout le système tient dans un seul mécanisme : on augmente la **compétence** avec des méthodes prouvées, la compétence produit des **preuves mesurées**, les preuves construisent une **confiance fondée** — et cette confiance porte la **performance** le jour du contrôle.



REFUS N°1 — LE BACHOTAGE

Réviser au dernier moment fait tourner la boucle à **l'envers** : l'anxiété monte, la confiance baisse, la performance suit, la compétence stagne. Le contre-poison : l'espacement (Étage 1).

REFUS N°2 — LES ÉTIQUETTES

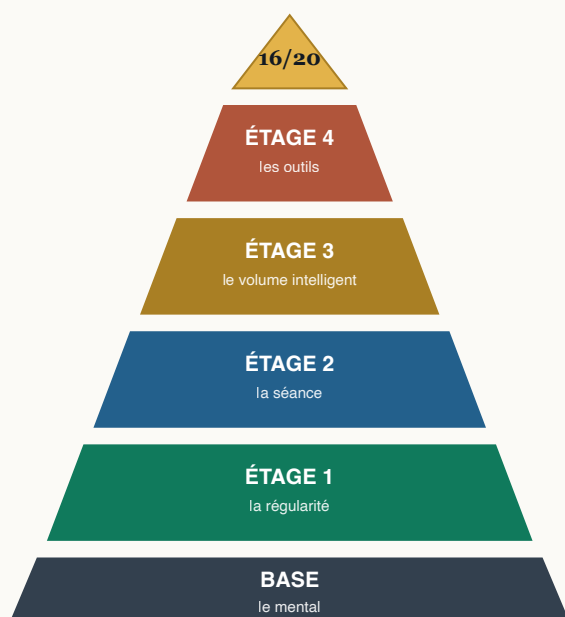
« Nul en maths », « visuel », « pas fait pour ça » : aucune de ces cases n'existe. Le niveau n'est jamais figé — le cerveau se recâble avec l'entraînement.

REFUS N°3 — LA NOTE PROMISE

Une promesse de note est magique, donc illusoire — et elle pose un **plafond de verre** au-dessus de l'élève. Des objectifs de temps et de maîtrise, jamais de note. Chaque affirmation du système garde sa source.

Pourquoi une pyramide ? Parce que l'ordre compte. Un élève angoissé (Base) ne profite pas d'une bonne séance (É2). Un élève irrégulier (É1) perd ce que la meilleure séance a construit. Les outils (É4) n'amplifient que ce qui existe déjà. **On construit du bas vers le haut — et quand ça bloque, on redescend d'un étage.**

La Pyramide, étage par étage



Le sommet — la performance

Pas un étage : une conséquence. Elle tombe quand le reste tient.

Étage 4 · Les outils

Constellation (carte, Leitner, calibromètre) + la règle IA. Ils rendent le système *visible et automatique*.

Étage 3 · Le volume intelligent

La pratique délibérée, seul : s'interroger pendant l'exo, viser la zone d'inconfort optimal, varier.

Étage 2 · La séance

Le déroulé qui fait apprendre : feuille blanche, théorie puis exos, test prédit, boîtes de Leitner, shadow-mathing.

Étage 1 · La régularité

L'hygiène qui porte tout : espacement, sommeil, environnement sans téléphone, sport.

Base · Le mental

Dichotomie du contrôle, anti-fatalisme, rapport sain à la difficulté et à l'erreur.

La règle de lecture : un problème apparent à un étage se répare souvent à l'étage *du dessous*. Des séances qui ne rendent rien (É2) ? Regarde la régularité (É1). Un élève qui abandonne vite (É3) ? Regarde le mental (Base). C'est le même réflexe que le chaînon manquant dans la carte des compétences : on descend jusqu'à la racine.

LA DICHOTOMIE DU CONTRÔLE STOÏCISME

Dépend de moi

N'en dépend pas

Ma méthode de travail	Le sujet qui tombe
Ma régularité	Le style du prof
Mes automatismes	Mon « niveau de départ »
Vérifier avant de rendre	Le barème

Quand tout ce qui compte dépend de soi : plus de flou → l'anxiété du jour J chute.

L'ANTI-FATALISME

Le « don » n'existe pas : une prédisposition n'est qu'un **meilleur départ**. Le cerveau se recâble physiquement avec l'entraînement — cas extrême célèbre : l'hippocampe développé des chauffeurs de taxi londoniens (mémoire spatiale).

Honnêteté : l'état d'esprit seul ne suffit pas (méta-analyse Sisk 2018). Il *prépare* — la méthode fait le travail.

Maguire 2000 · Blackwell & Dweck 2007 · Sisk 2018

LA DIFFICULTÉ EST LE MÉCANISME

Pour s'ancrer, l'apprentissage **doit** être difficile — c'est la sortie de l'homéostasie qui force l'adaptation. La bonne zone : assez dur pour l'effet mnésique, assez accessible pour des petites victoires. Bonus long terme : s'y confronter forge la **résilience** — celle qui permet de tester en se trompant, donc de mieux corriger.

Bjork 1994 (difficultés désirables) · Ericsson & Pool 2016

LES ÉTIQUETTES INTERDITES

- « Il est nul en maths » → le niveau n'est **jamais figé** ; l'historique de ses étoiles est la contre-preuve.
- « Elle est visuelle » → aucun fondement expérimental (Pashler 2008). On adapte le format **au contenu**, pas à un pseudo-profil.
- « Pas fait pour ça » → cf. anti-fatalisme, ci-contre.

Pashler 2008 · Willingham 2015

LE DÉMARRAGE — FRICTION & INERTIE

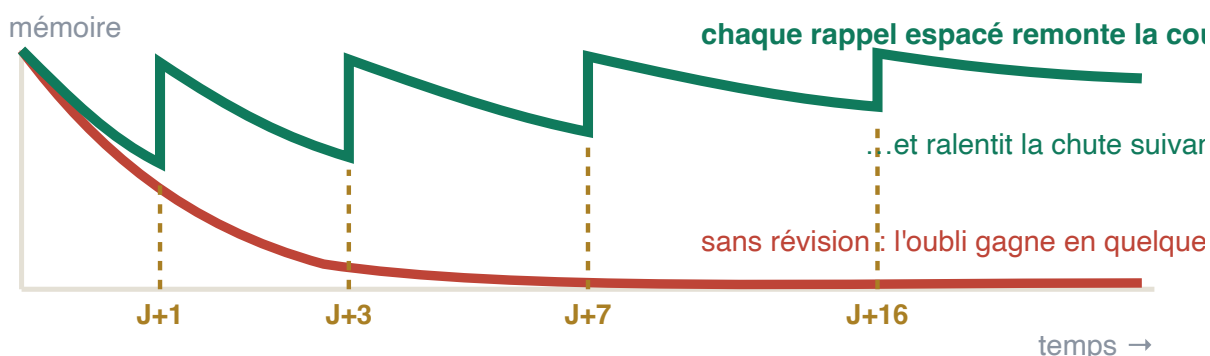
Comme en mécanique du solide : la friction est maximale **à l'arrêt**. On se force à démarrer petit, l'inertie fait le reste. Et quand une notion semble tomber de nulle part, la carte montre ses attaches — **rien n'est décorrélé**, l'anxiété du « nouveau » tombe. Plus ton réseau de liens est dense, plus vite le nouveau s'apprend.

L'auto-preuve : « n'oublie pas les efforts passés pour ce qui te paraît anodin aujourd'hui. »

Les gestes de la Base — la météo d'ouverture (bien/mal passé, et *pourquoi selon l'élève*) ; le problème d'ouverture : chercher 10 min AVANT le cours, questions à la Pólya — la preuve vécue : des 4e ont décroché 16 sur un sujet de 1re en *comprenant* les suites sans avoir vu le chapitre ; verbaliser chaque étoile qui monte. À la maison : les 2 colonnes du contrôle, une fois par trimestre.

Le socle physiologique : ce qui rend la pratique soutenable dans le temps.

LA COURBE DE L'OUBLI — ET COMMENT LA MÉTHODE LA CONTRE



Ebbinghaus 1885 · Bjork & Bjork 1992 — les intervalles 1 · 3 · 7 · 16 · 35 jours des boîtes (Étage 2) suivent exactement cette logique · Cepeda 2006 : espacé bat massé, systématiquement

LA SÉANCE MINIMUM

Un jour sans : **5 minutes suffisent** — juste réactiver. La régularité prévaut sur l'intensité ; l'adhérence avant l'héroïsme. Et l'outil la prépare : la révision du jour, 3 questions, zéro décision à prendre.

LE TÉLÉPHONE, DEHORS

La simple **présence** du téléphone — même éteint, même retourné — réduit la capacité cognitive disponible (Ward 2017). Contrat d'environnement : il travaille dans une autre pièce.

LE CORPS COMPTE

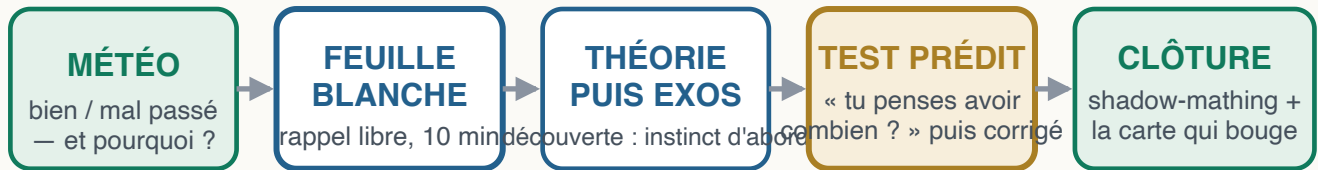
Sommeil protégé en période d'examen (la consolidation se fait en dormant) et activité physique dans le plan hebdo. Plus de temps distribué = plus de tests = plus d'efforts de rappel : **le temps est ton meilleur allié.**

LE CONTRAT D'ENVIRONNEMENT — À SIGNER EN DÉBUT DE SUIVI

- | | |
|---|--|
| ☐ Un lieu de travail calme, toujours le même | ☐ Téléphone dans une autre pièce (séances incluses) |
| ☐ La séance minimum de 5 min les mauvais jours | ☐ Pas de grosse révision après 21 h la veille d'un DS |

Le geste de l'étage : remplacer « il faut travailler plus » par « il faut travailler *plus souvent* ». 6 × 10 minutes réparties battent 1 × 1 heure massée — à retenir tel quel.

Le déroulé type d'une heure qui fait vraiment apprendre.



LA FEUILLE BLANCHE LE RITUEL PHARE

Avant d'ouvrir le cahier : tout écrire de mémoire, puis « explique-le-moi le plus simplement possible » (Feynman). Le rappel libre bat la relecture **et** les cartes conceptuelles — et il révèle si la théorie est en place avant d'attaquer les exercices.

Karpicke & Blunt 2011, *Science*

LA PRÉDICTION CALIBRATION

Se noter soi-même **avant** de voir le corrigé — le remède direct à l'illusion « je pensais savoir ». Et le corrigé détaillé attend la séance suivante : le **feedback espacé** sollicite mieux l'apprentissage que la correction à chaud.

Koriat & Bjork 2005 · Roediger & Karpicke 2006 · Butler & Roediger 2008 — dans l'outil : le calibromètre

LES 5 BOÎTES DE LEITNER — L'ESPACEMENT RENDU AUTOMATIQUE



juste → la boîte monte, l'intervalle s'allonge · erreur → retour en B1 : on revoit « au bord de l'oubli »

Leitner 1972 · les 9 quiz d'Andy Sobel (*Make It Stick*) · Ebbinghaus — la courbe de l'oubli, ennemie ET alliée : rattraper un souvenir qui s'efface le cristallise. Dans l'outil : page « Révisions · Leitner », chaque étoile a sa boîte

LES AUTOMATISMES = LA MÉMOIRE VIVE

Maîtrise **inconditionnelle** du calcul, du développement, de la factorisation : tout ce qui n'est pas automatique consomme de la RAM. Objectif — 100 % de la mémoire de travail disponible pour *réfléchir*. Même logique que couper les distractions.

Sweller 1988 (charge cognitive) · 5 min de drill par jour

DES OBJECTIFS — JAMAIS DE NOTE

On se fixe des objectifs de **temps** (20 min de révision du jour), de **maîtrise** (« je sais refaire la rédaction master seul »), de boîtes montées. Pas d'objectif de note : une note visée devient un **plafond de verre** — et elle ne dépend pas que de nous (cf. Base).

Le shadow-mathing (signature maison) : en clôture, cahier fermé — « décris-moi comment tu attaquerai un exo qui demande cette propriété, sans écrire ». La représentation mentale se construit comme un boxeur travaille sans adversaire. Ericsson · Driskell 1994

La pratique délibérée, seul : ce que l'élève fait de ses heures hors séance.

LA ZONE D'INCONFORT OPTIMAL

ENNUI

trop facile — rien ne s'ancre

LA ZONE

réussite à ~80 % d'effort

ABANDON

trop dur — démotivation

Dans l'outil : le statut de l'étoile choisit l'exercice — fragile → item d'accès · acquis → item de dépassement.

LES 3 QUESTIONS PENDANT L'EXO

- Pourquoi je fais cette étape ?
- En quoi répond-elle à la **question posée** ?
- Ai-je vérifié les **conditions d'application** de la propriété ?

Puis au corrigé : à quel autre chapitre ça ressemble ?
quelle autre question aurait pu tomber ? ça marche-t-il
encore si j'enlève une donnée ?

Chi 1989 (auto-explication) · Dunlosky 2013

LE FAUX TRAVAIL — À BANNIR

- Relire le cours en surlignant (fluence ≠ maîtrise)
- Refaire 10 fois le même type d'exercice déjà réussi
- Regarder la correction « pour voir » avant d'avoir cherché
- Réciter avec le cahier ouvert à côté

Karpicke 2009 · Nickerson 1979 (le penny test) — le mythe des 10 000 h : c'est la *qualité* de la pratique qui compte, pas le compteur d'heures.

LES RÉFLEXES DE TRANSFERT

Se forcer aux **liens** — autres exercices, autres notions, autres domaines : comparer révèle les critères discriminants et permet d'**anticiper** les prochaines questions. Traduire dans les deux sens, du français aux maths et retour. Et reconnaître les **patterns** : on reconnaît un chat sans réciter ses attributs — à force de comparer, on reconnaît « un exo de Thalès » au premier regard.

Duval 1993 (registres) · l'expertise = des patterns, comme aux échecs à l'aveugle (Chase & Simon)

S'ENTRAÎNER COMME AU JOUR J

- **Mélanger** plusieurs compétences dans une même session — les conditions du test
- **Chronométrer** en fin de chapitre : la simulation d'examen
- **Rédiger en entier**, jamais de QCM — la référence : les exercices master
- Une **grande diversité** d'exercices, au-delà des annales, pour penser plus loin

La thèse maison : la pratique délibérée « pure » exige un coach en continu (Ericsson). Notre pari : les 3 questions + la prédiction + les boîtes en donnent l'essentiel, **seul, entre les séances** — et la séance hebdo fournit le feedback expert qui manque.

Constellation rend le système visible ; la règle IA le protège.

CHAQUE PRINCIPE A SA BRIQUE — LE MAPPING MÉTHODE ↔ OUTIL

LE PRINCIPE

LA BRIQUE CONSTELLATION

La confiance fondée sur des preuves
(Base)

La carte aux 237 étoiles — statuts objectifs : acquise · en cours · fragile

La prochaine marche, jamais deux ans
trop haut

Le front doré — seules pulsent les étoiles prêtes *de son année*

Le blocage vient de plus bas (remontée
aux racines)

Le chaînon manquant — descente de graphe + devoir de remontée

L'espacement automatique (É1/É2)

Leitner x étoiles — 5 boîtes visibles, la révision du jour prête

L'illusion de fluence, chiffrée (É2)

Le calibromètre — prédit vs réel, verdict : juste / surconfiance / sous-confiance

Théorie d'abord (É2)

Les fiches de cours — définition · propriétés · erreurs · rédaction master · carte mentale

La zone optimale (É3)

Devoirs par étoile — l'item choisi selon le statut, la progression annuelle comme boussole

La motivation par la progression visible
(Base)

Le lien élève — sa carte en lecture seule, ses étoiles qui pulsent, entre les séances

La preuve pour les parents

Le bilan mensuel — « la méthode en chiffres » : conquêtes du mois + calibration en langage parent

LA RÈGLE IA — UNE SEULE

« L'IA vérifie. Elle ne produit pas. »

Autorisée **après** une tentative écrite, en mode questions. Déléguer la production, c'est déléguer l'apprentissage : à l'examen, l'IA n'est pas là (étude Bastani 2024 : -17 % à l'examen pour le groupe qui l'utilisait sans garde-fou).

CE QU'UN OUTIL NE FERA JAMAIS

Travailler à la place de l'élève. Constellation montre *où* on en est et *quoi* faire maintenant — la feuille blanche, l'effort de rappel, les 3 questions restent à lui. L'outil rend le système visible ; c'est l'élève qui le fait vivre.

Les méthodes maison

Nées en séance, validées par la recherche ensuite — ce qu'on ne trouvera dans aucun manuel.

Le Shadow-Mathing signature

Le boxeur travaille sans adversaire ; l'élève travaille **sans papier**. On construit la représentation mentale des étapes de résolution attachées à une propriété — et la qualité de cette représentation interne prédit la performance (c'est tout l'objet de l'entraînement).

1. Choisis une propriété du cours — cahier fermé.

2. Imagine deux ou trois énoncés où elle s'appliquerait.

3. Résous de tête, étape par étape, sans rien écrire.

Quand : 5 min en clôture de séance, en fin de chapitre — ou dans le bus. · Ericsson & Pool 2016 (représentations mentales) · Driskell 1994 (méta-analyse de l'imagerie mentale en sport)

La pratique délibérée, seul thèse maison

Ericsson est formel : la pratique délibérée « pure » exige un expert qui corrige en continu. Notre pari, et notre différence : **les 3 questions pendant l'exo + la prédiction avant le corrigé + les boîtes de Leitner en donnent l'essentiel, seul, entre les séances** — avec de l'intention, de l'engagement, et la persistance quand ça résiste. La séance hebdomadaire apporte le morceau manquant : le feedback expert et le recalibrage.

Ericsson 1993 · Chi 1989 (auto-explication) · Dunlosky 2013 — le détail des 3 questions : Étape 3.

Le problème d'ouverture les 4 questions de Pólya

Toute première rencontre avec une notion : dix minutes de recherche à l'instinct, AVANT le cours. Quand ça coince, on ne donne pas la réponse — on pose l'une de ces quatre questions :

1 • **Comprendre.** Que cherche-t-on exactement ? De quelles données dispose-t-on ?

2 • **Planifier.** À quel problème déjà résolu celui-ci ressemble-t-il ? Quelle propriété pourrait servir ?

3 • **Exécuter.** Une étape à la fois — et on vérifie chaque étape avant la suivante.

4 • **Regarder en arrière.** Le résultat est-il plausible ? Qu'est-ce qui resservira ailleurs ?

Pólya 1945, *How to Solve It* · Richland, Kornell & Kao 2009 (le pré-test raté prépare l'apprentissage) — puis le cours arrive comme la réponse au problème.

La saison d'un élève

Comment tout s'enchaîne, de la première rencontre au bilan de trimestre.

1 · L'entretien de démarrage Base

Le récit de l'élève (ce qui coince, et pourquoi *selon lui*), sa méthode actuelle, le contrat d'environnement, des objectifs de **processus** — jamais de note promise. Saisi en direct dans l'outil.

2 · Le placement en cascade diagnostic

Des tests courts, en DESCENDANT sous la classe si besoin (une 4e fragile commence par le test d'entrée en 6e). Chaque réponse allume une étoile : ✓ acquise · ± en cours · ✗ fragile. Aucun jugement — on dessine une carte.

3 · La carte, ensemble le moment clé

L'élève voit ses étoiles vertes (« tout ça, tu l'as »), comprend que le programme est un graphe (« si ça coince ici, la cause est plus bas »), et découvre **ses étoiles dorées qui pulsent** : celles qu'il peut allumer maintenant, dans son année. La motivation cesse d'être un discours.

4 · La boucle hebdomadaire É1 + É2 + É3

Séance (feuille blanche → théorie/exos → test prédit → clôture sur la carte) · devoir ciblé sur les étoiles du moment · copie déposée · correction différée à la séance suivante · révision du jour en autonomie (Leitner). Chaque maillon nourrit le suivant.

5 · Le bilan mensuel preuve

Une page pour les parents : la courbe, les étoiles conquises du mois, la calibration en langage clair (« il sait de mieux en mieux ce qu'il sait »), le cap du mois suivant.

6 · Le trimestre — la carte qui s'allume

L'historique de chaque étoile est daté : on rejoue le trimestre en accéléré. La progression n'est plus une impression — c'est un time-lapse. C'est aussi la contre-preuve définitive au « je suis nul en maths » de septembre.

Les 12 gestes

Tout le système, réduit à ce qui se fait — à imprimer, à aimer sur le frigo.

♦ = le **palier collège** : on démarre tranquillement avec ces six gestes, simples et adaptés à l'âge — les autres s'ajoutent quand ceux-là tiennent. La méthode est **évolutive**, version complète au lycée.

BASE & RÉGULARITÉ

01 · ♦ Bannir « nul en maths » — le niveau n'est jamais figé

02 · Les 2 colonnes : dépend de moi / n'en dépend pas

03 · ♦ Téléphone dans une autre pièce, toujours

04 · ♦ Les mauvais jours : la séance minimum de 5 min

05 · Espacer : 6 × 10 min battent 1 × 1 h

06 · Protéger le sommeil avant un DS

SÉANCE & VOLUME

07 · ♦ Ouvrir par la feuille blanche — 10 min, cahier fermé

08 · Découvrir sans théorie, s'entraîner avec

09 · ♦ Prédire sa note AVANT de corriger

10 · ♦ La révision du jour (Leitner) — 3 questions, chaque jour

11 · Chercher 10 min AVANT de voir le cours ou l'IA

12 · L'IA vérifie, ne produit pas

Pour les élèves : tu n'as pas besoin de tout faire. Commence par les gestes 03, 07 et 09 — trois changements, un mois, et regarde ta carte.

Pour les parents : votre rôle n'est pas de refaire les cours. C'est de protéger l'environnement (03, 06), de demander « tu penses avoir combien ? » (09) — et de ne plus jamais prononcer l'étiquette (01).

« Mémoriser pour restituer. »

Constellation · Le Système Vertical · Lukas Dumont · lukasdumont.com · contact@lukasdumont.com