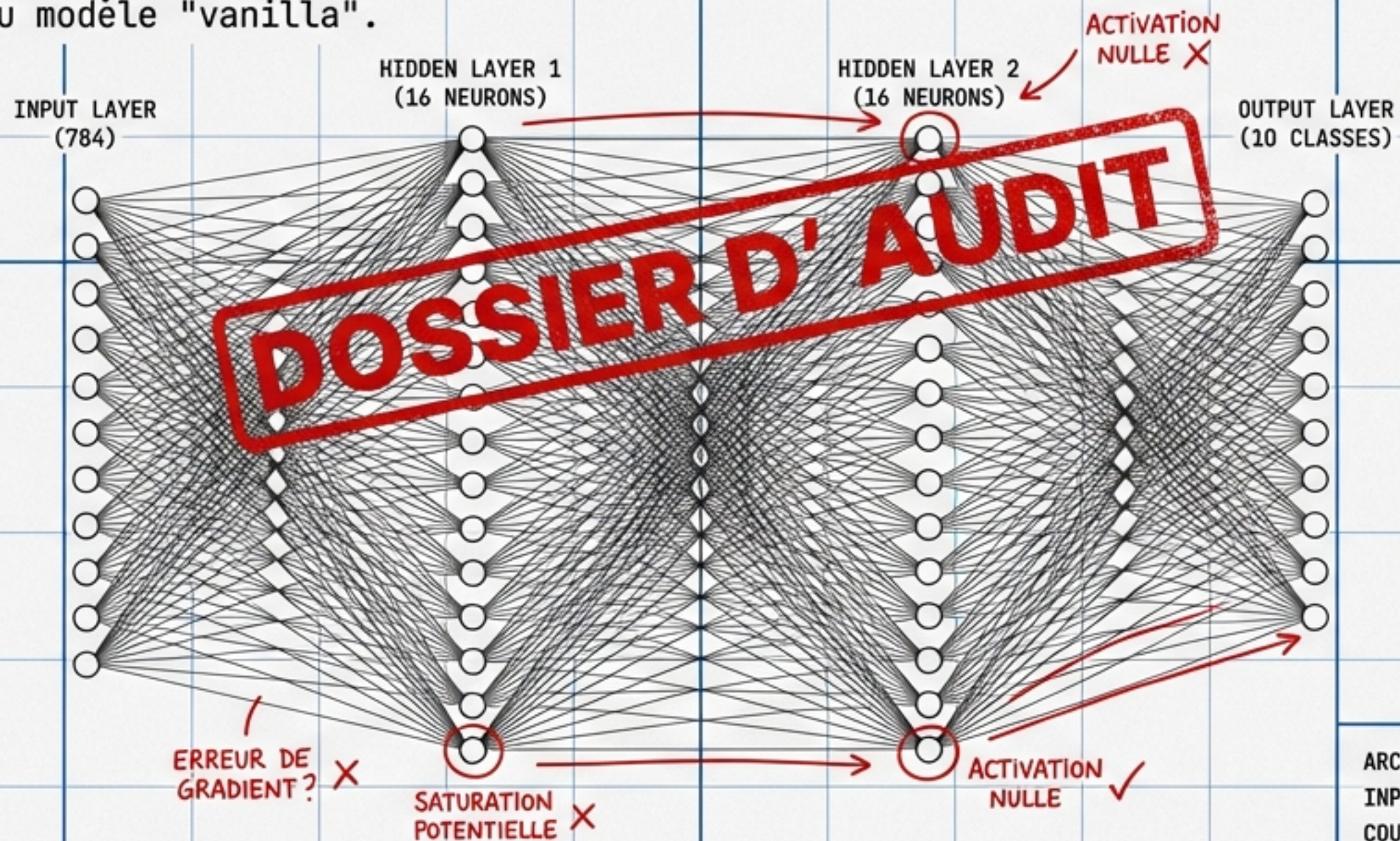


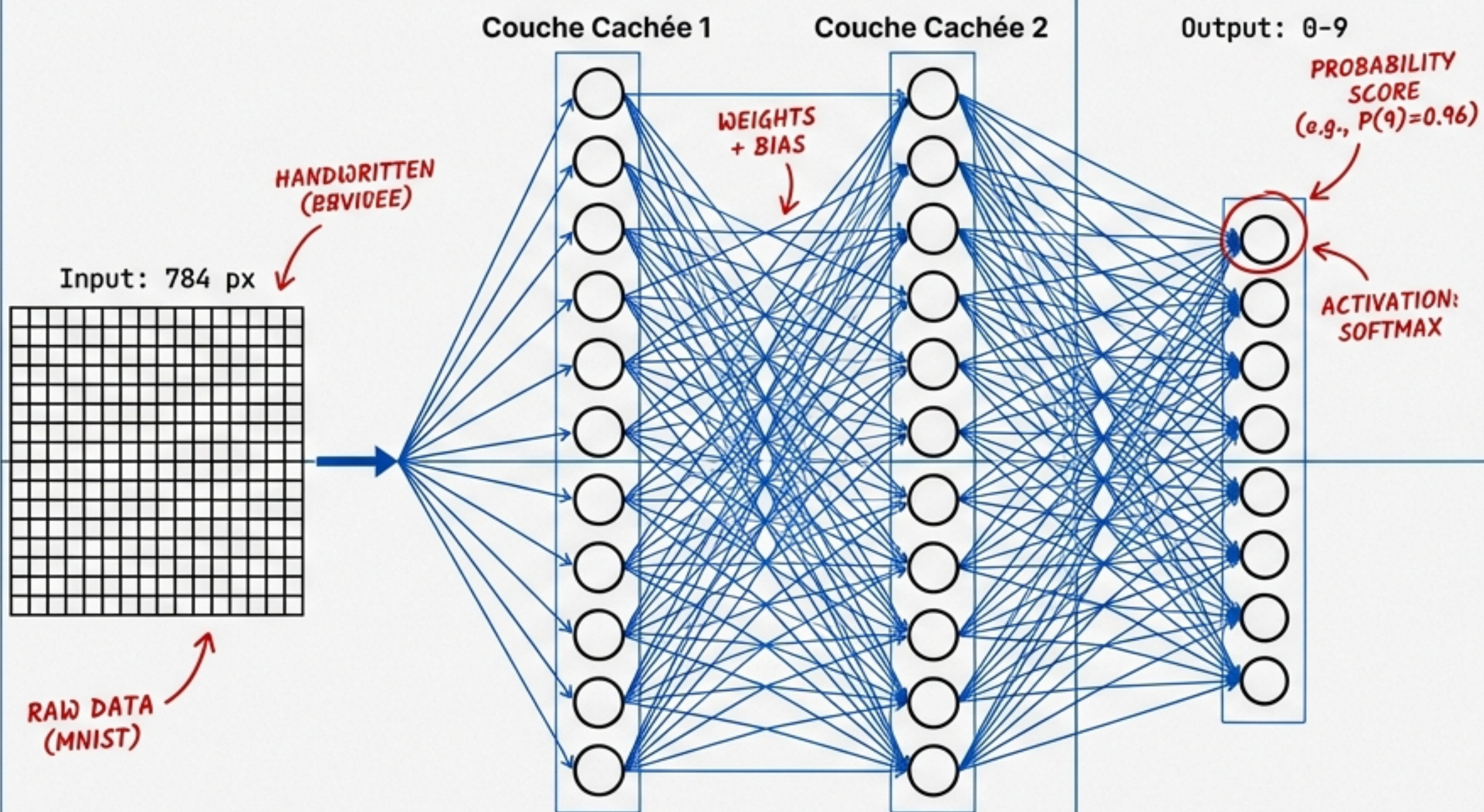
# Analyse de notre Réseau de Neurones : Génie ou Imposteur ?

Une inspection technique des couches cachées, des poids et des biais du modèle "vanilla".



ARCHITECTURE	: PERCEPTRON MULTICOUCHE
INPUT	: 784 PIXELS
COUCHES CACHÉES	: 2 x 16 NEURONES
OUTPUT	: 10 CLASSES

## ARCHITECTURE DU RÉSEAU NEURONAL



**96 %**

Précision sur  
le set de test

### LE CONSTAT :

Le réseau, bien que basique, classe correctement la majorité des images jamais vues. Pour un modèle sans instructions spécifiques, 96 % est un résultat "pas mauvais". ✓

# L'erreur est humaine... et machine



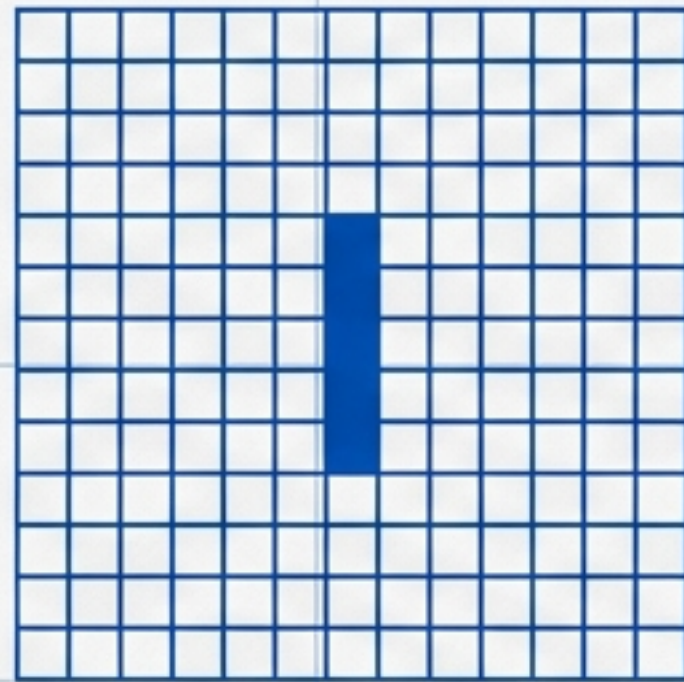
*Est-ce un 5  
ou un 6 ?*



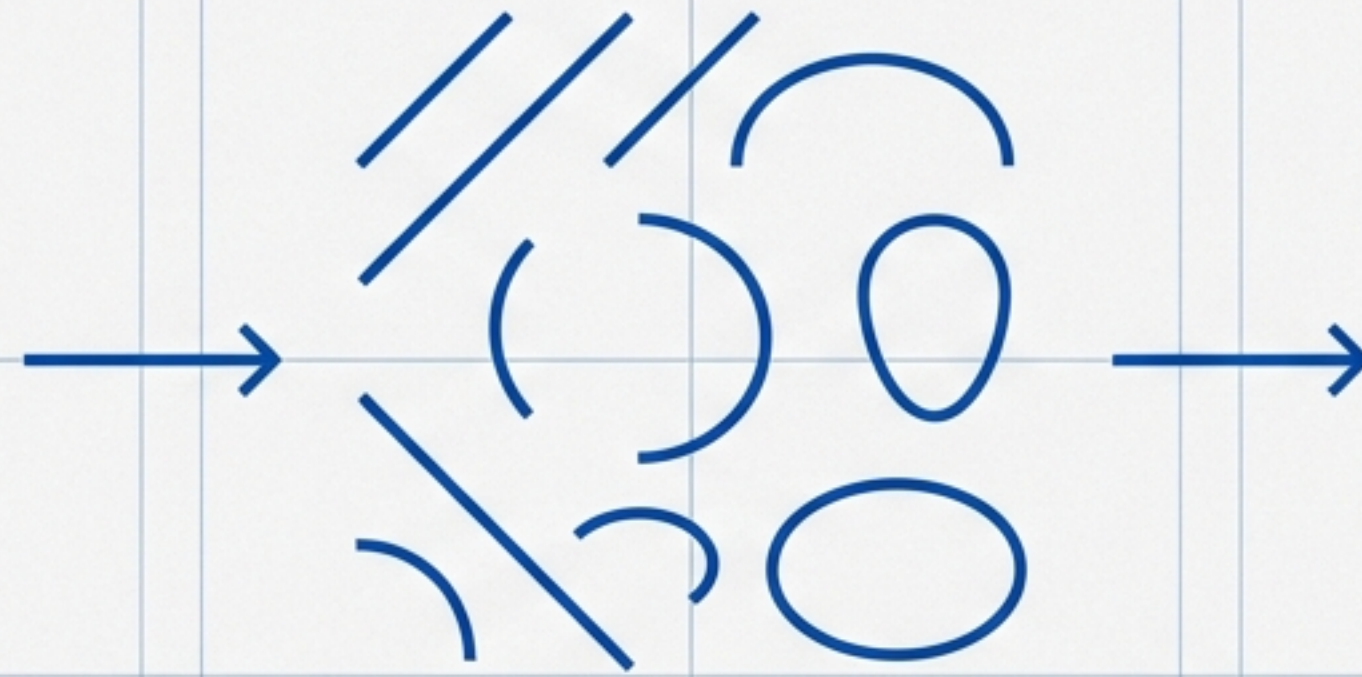
Voici les cas d'échec. Ce sont des chiffres 'pièges'. Même un humain peinerait à identifier certains de ces exemples avec certitude. On se sent obligé d'être indulgent envers l'algorithme ici.

# L'Hypothèse : La théorie de la décomposition

Ce que nous espérons voir dans les couches cachées.



Pixels  
JetBrains Mono



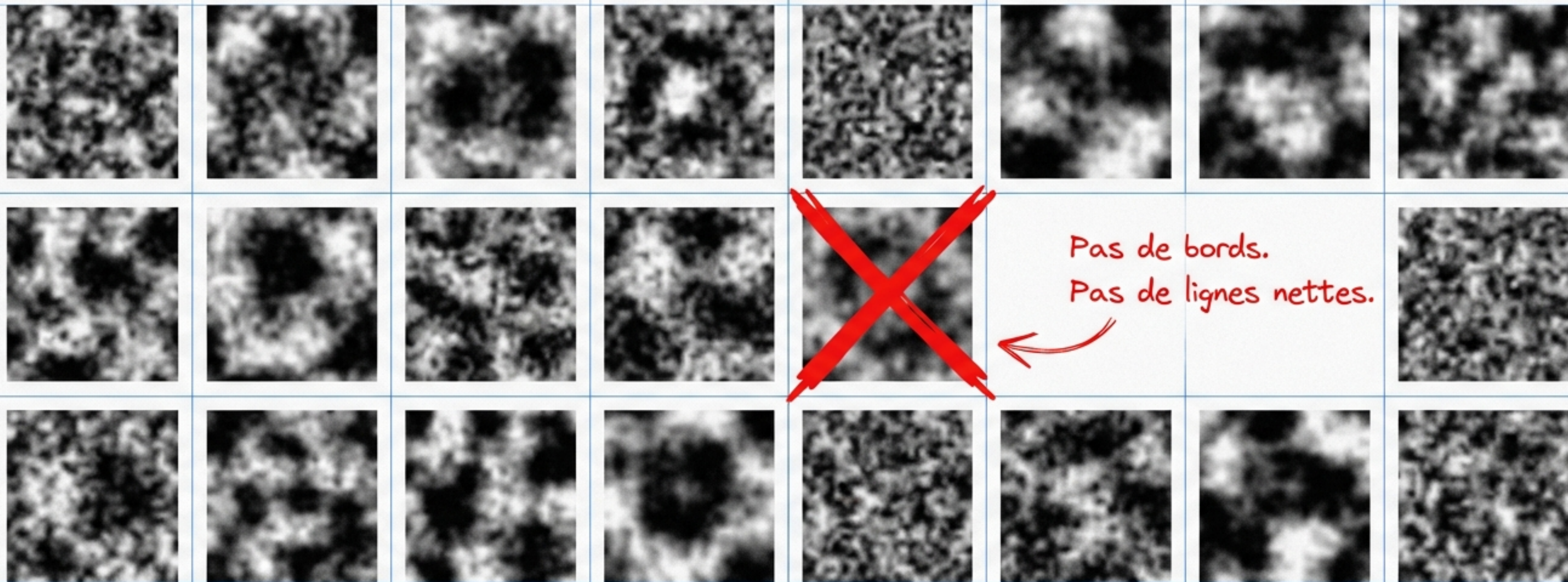
Bords & Traits  
(Couche 1)



Composants  
(Couche 2)

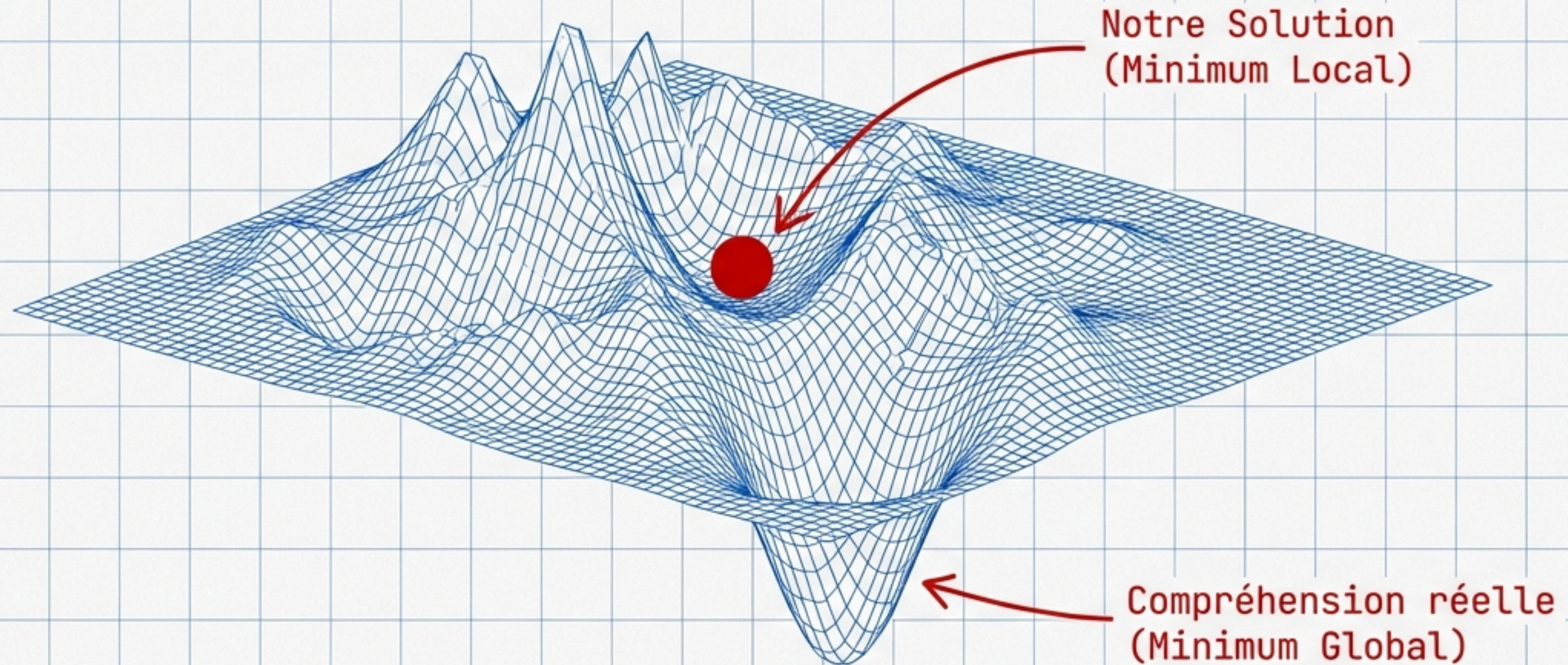
Nous avons prédit que la deuxième couche identifierait des bords nets, et que la troisième assemblerait ces bords pour former des composants de chiffres (comme la boucle d'un 9).

# La Réalité : Un chaos mathématique



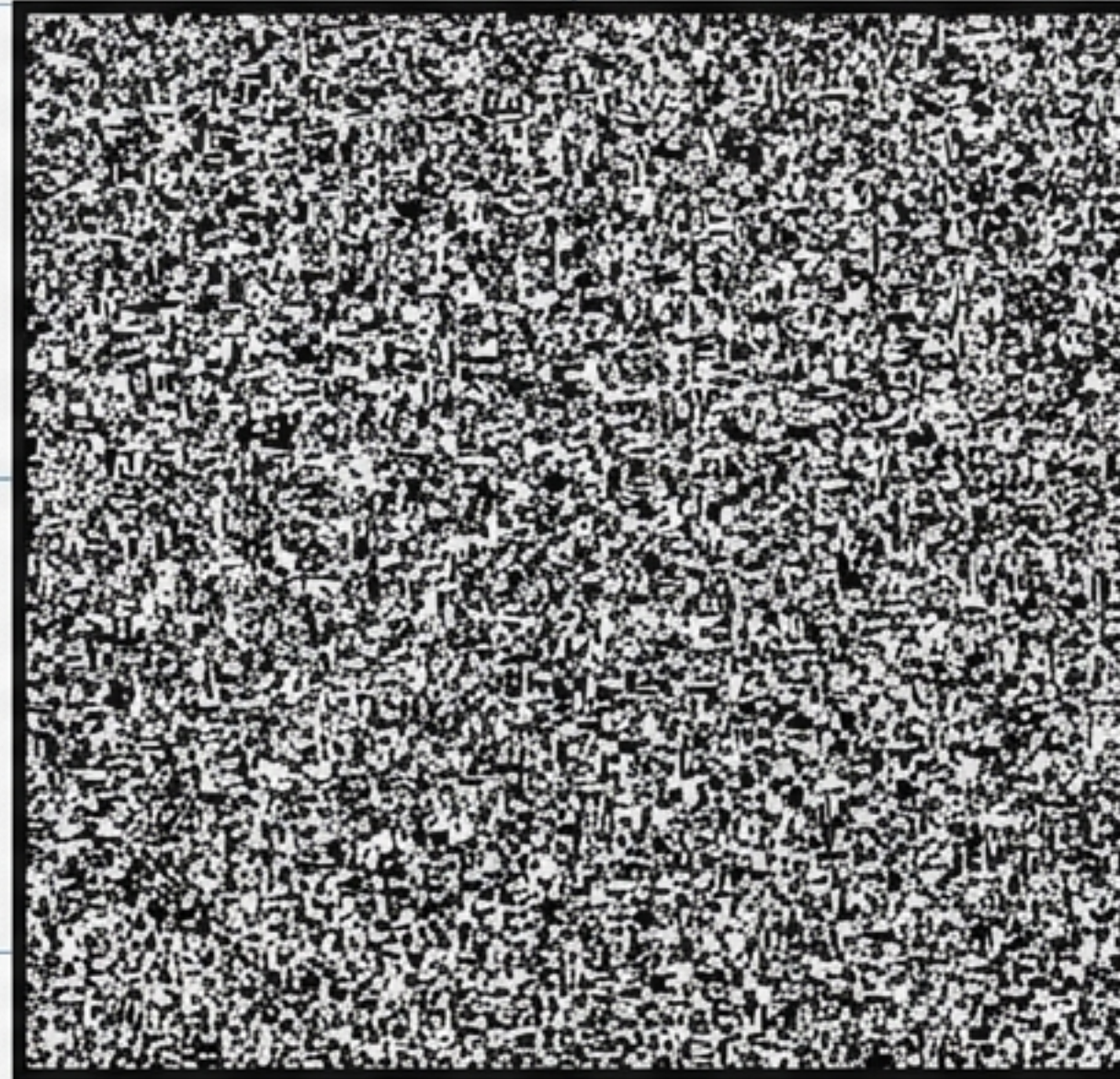
L'analyse des poids montre des motifs quasi-aléatoires. Au lieu de chercher des traits précis, les neurones réagissent à des zones floues. Le réseau n'a pas appris à 'voir' comme nous; il a optimisé des mathématiques.

# Le piège du "Minimum Local"



Dans un espace de 13 002 dimensions, le réseau a trouvé une solution de facilité. Il a trouvé une recette unique qui fonctionne pour ces données, pas une règle générale de structure.

# Le Test du Bruit



INPUT : BRUIT ALÉATOIRE GÉNÉRÉ PAR ORDINATEUR

**Attente Logique :**

Le système devrait être incertain. Aucun neurone de sortie ne devrait s'activer fortement.

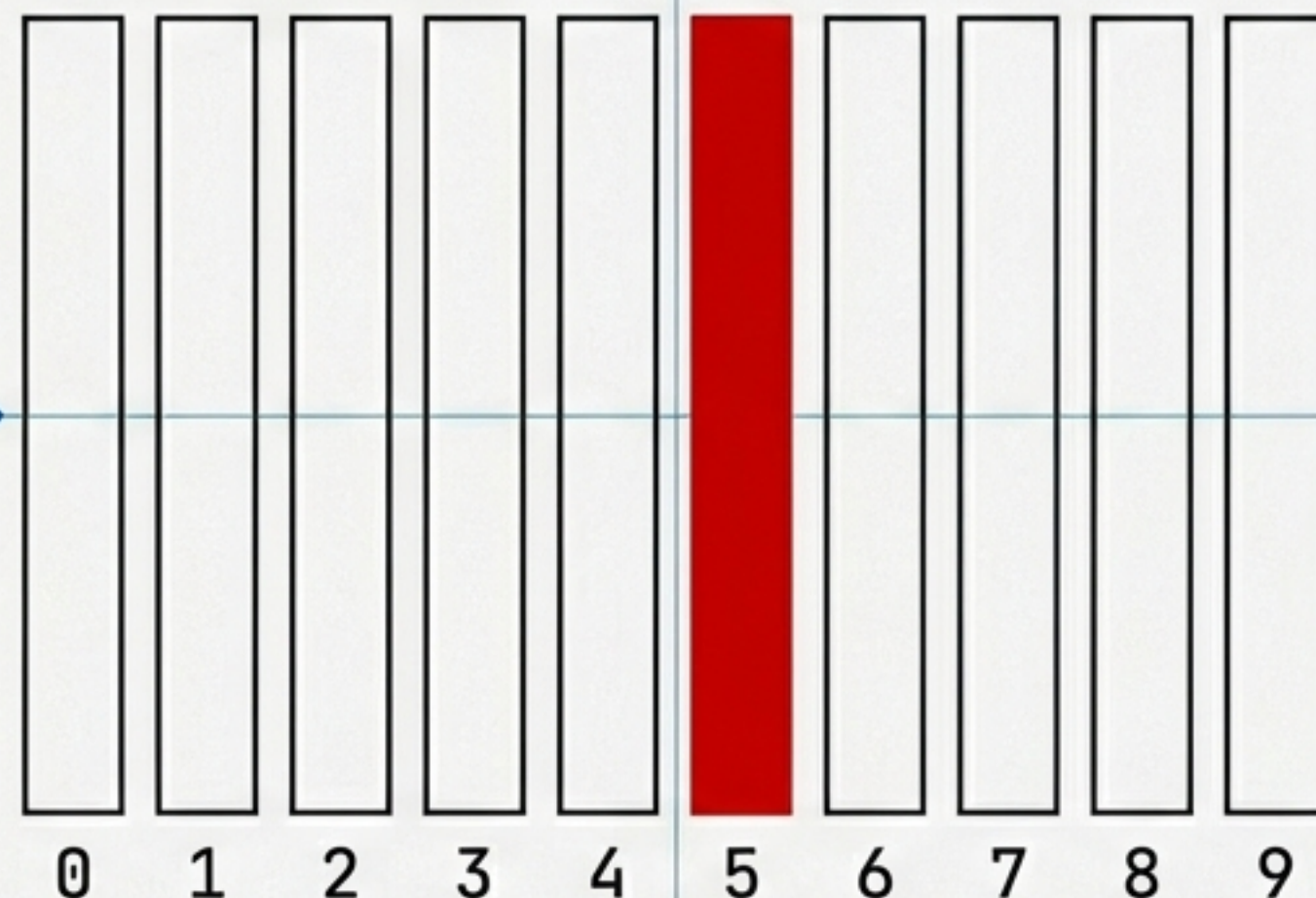
# L'Excès de Confiance

**C'EST UN 5**

(Certitude : 99 %)

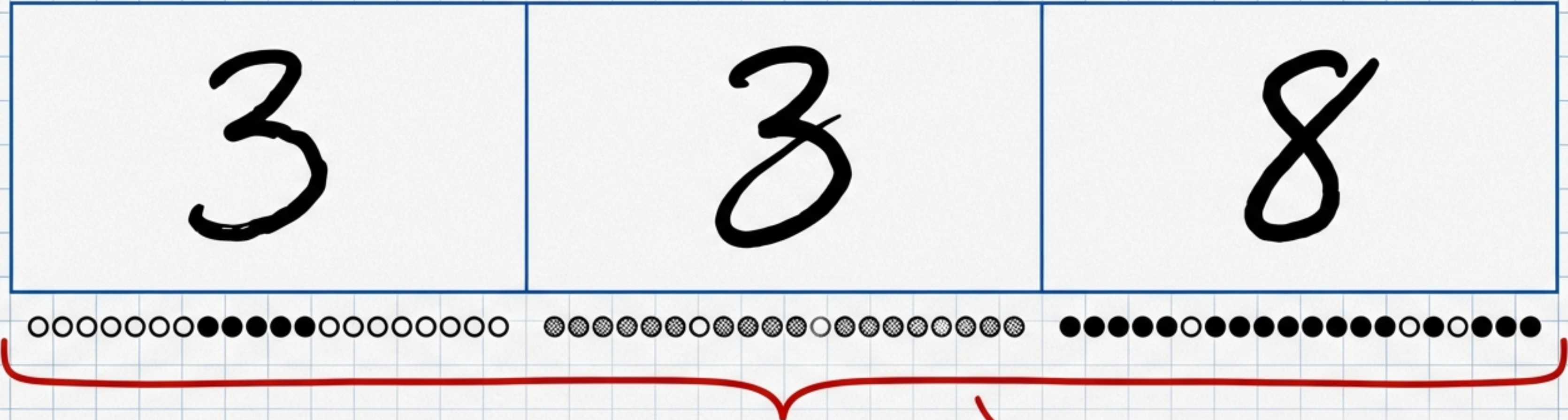
INPUT : BRUIT ALÉATOIRE GÉNÉRÉ PAR ORDINATEUR

COUCHE DE SORTIE



Le réseau affirme avec assurance que ce bruit est un 5. Pour lui, l'univers entier est constitué de chiffres centrés. Il n'a aucune idée de comment tracer un 5, il sait juste reconnaître des pixels qui activent sa recette mathématique.

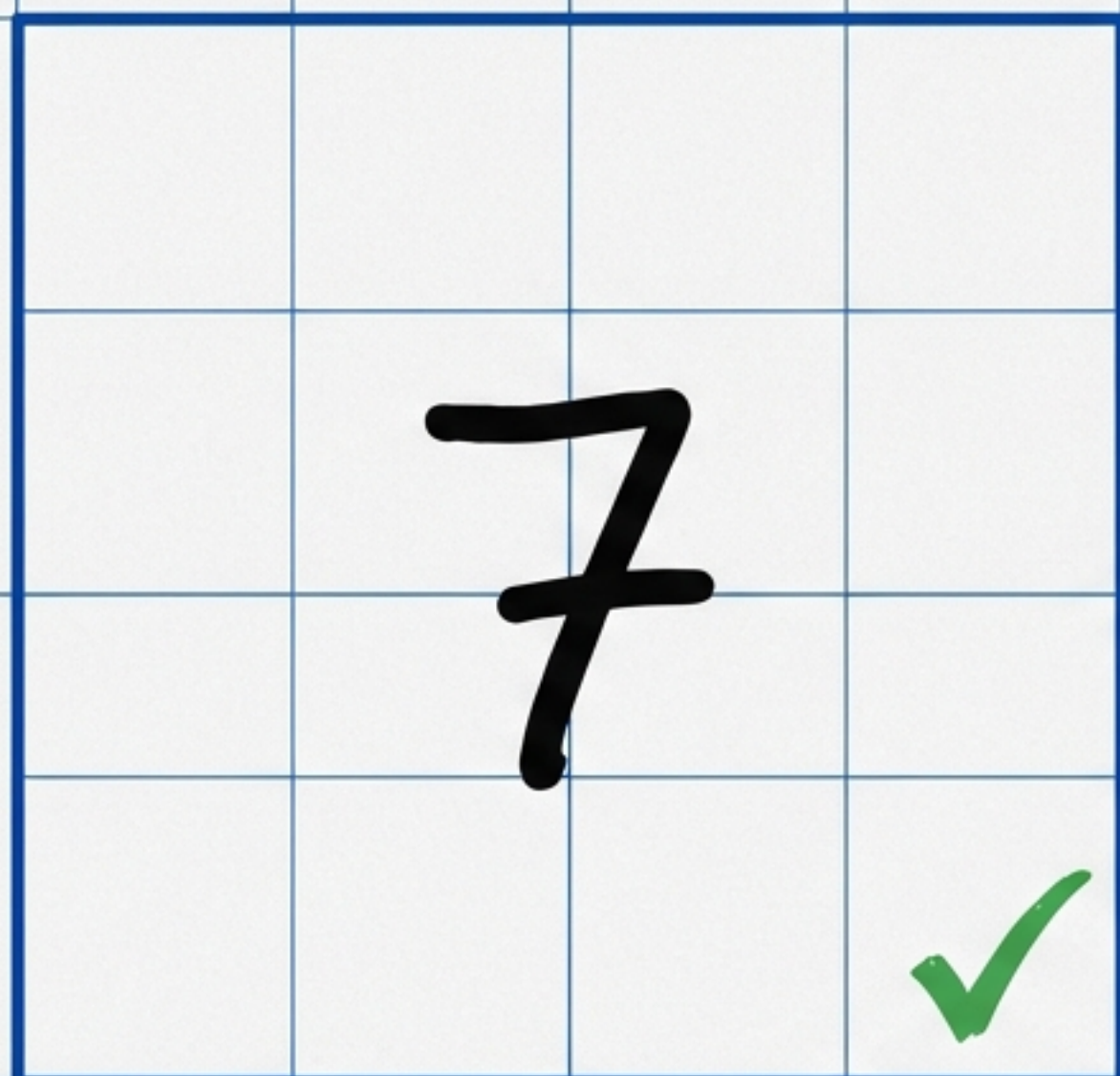
# L'Expérience '3 vers 8'



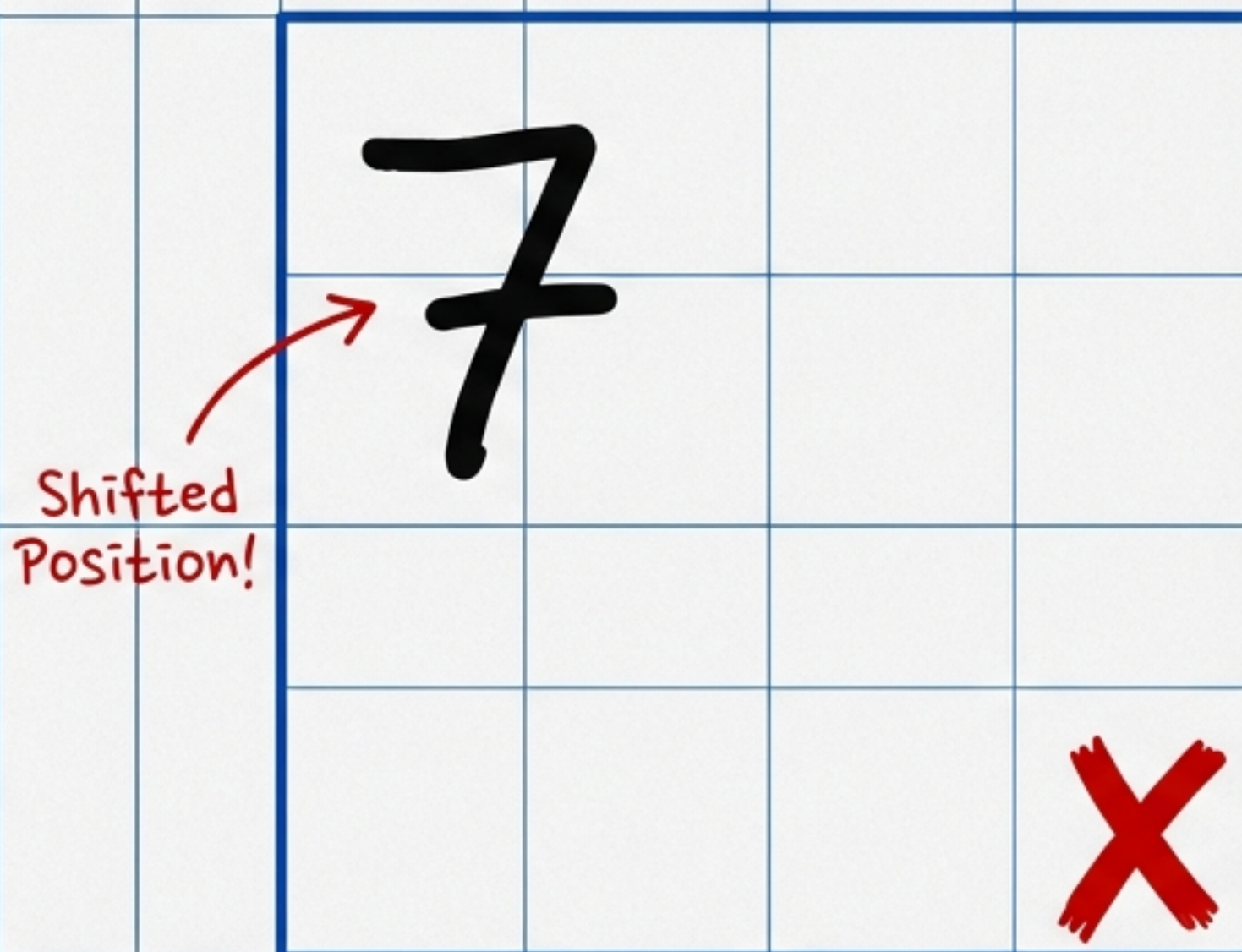
Activation non-intuitive

En transformant progressivement un 3 en 8, les poids changent de manière chaotique. La transition révèle que le réseau s'appuie sur des formes 'blobby' étranges plutôt que sur la structure du chiffre.

# Le problème du Cadrage



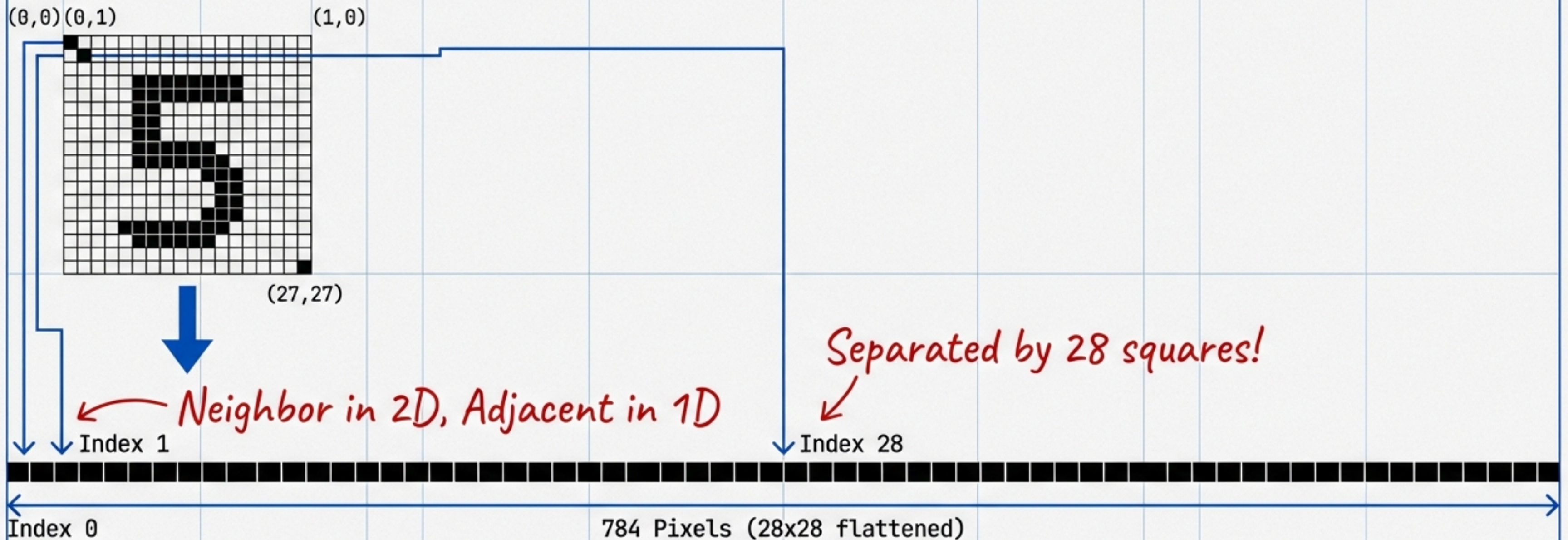
Training Data



Test Fail

Le réseau a été entraîné dans un environnement contraint : taille fixe, centrage parfait. Si l'image est décentrée, il est perdu. Il ne peut pas transférer sa connaissance d'une zone de la grille à une autre.

# L'Absence de Vision Spatiale



Rien dans l'algorithme ne dit au réseau que le pixel  $(0,0)$  est voisin du pixel  $(1,0)$ .  
Il traite l'image comme une ligne plate de 784 pixels.  
Il manque la notion de proximité spatiale.

# Conclusion : Une technologie des années 80



1980s

Le Perceptron  
(Ce réseau)



Ce réseau 'vanilla' est un point de départ.  
C'est une technologie ancienne capable de résoudre des problèmes intéressants, mais dont les limites structurelles l'empêchent d'être véritablement 'intelligente' au sens humain.

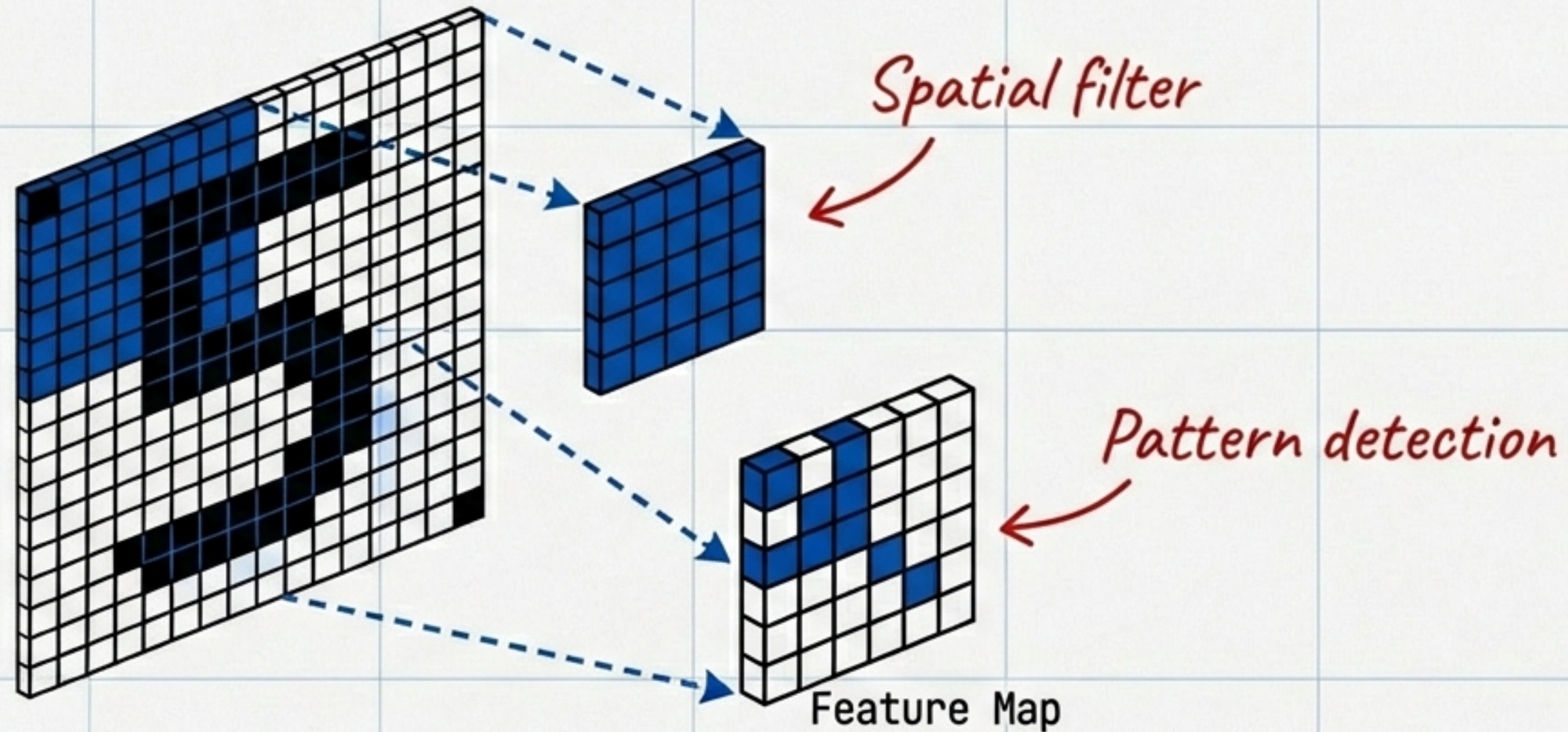


Aujourd'hui

Deep Learning  
& CNN

# Le Futur : Vers les Réseaux Convolutifs

Comment donner la vue à la machine.



Pour régler le problème du décentrage et de la reconnaissance de motifs complexes, nous aurons besoin de Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN).

Prochaine étape : Comprendre le moteur de l'apprentissage — La Rétropropagation (Backpropagation).