



[Appel à communications](#)

[Inscription](#)

[Comités](#)

[Lieu](#)

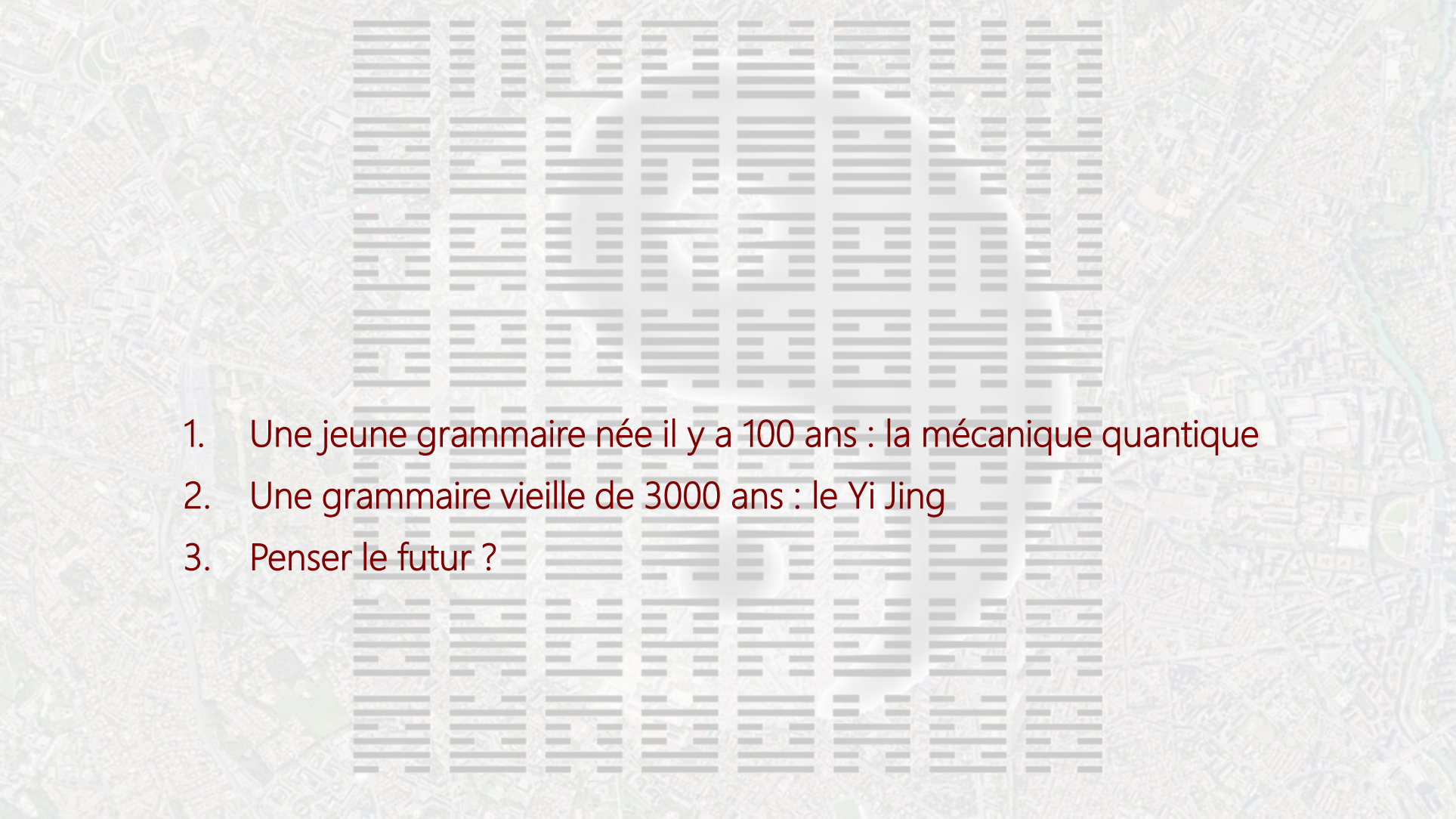
[Editions précédentes](#)

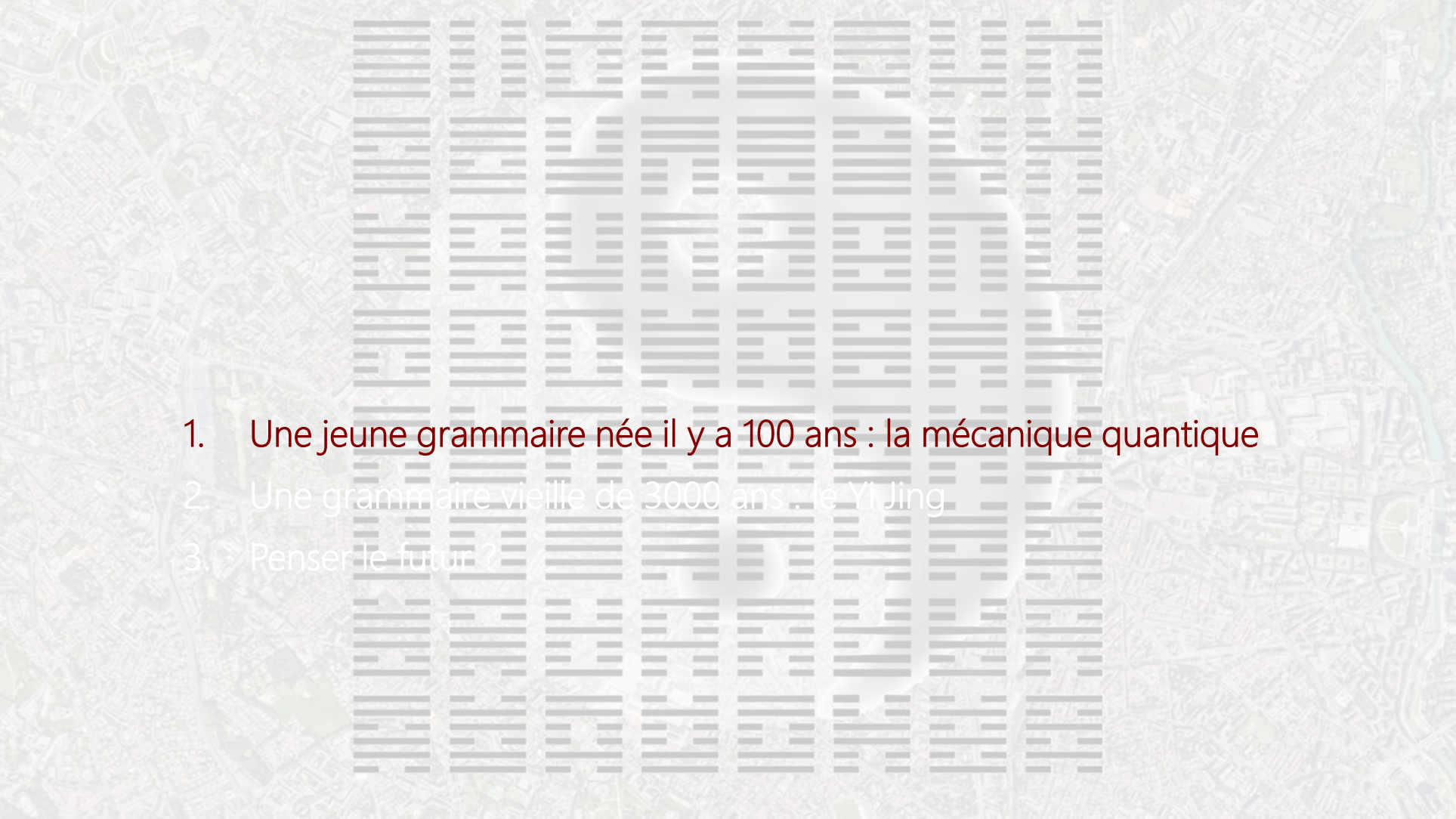
— Edition 2024

Systèmes Complexes : futurs, transitions et incertitudes

What about building together a serious game
aimed at dealing with uncertain transitions ?

*Philippe Lemoisson
Janvier 2024*

- 
1. Une jeune grammaire née il y a 100 ans : la mécanique quantique
 2. Une grammaire vieille de 3000 ans : le Yi Jing
 3. Penser le futur ?

- 
1. Une jeune grammaire née il y a 100 ans : la mécanique quantique
 2. Une grammaire vieille de 3000 ans : le Yi Jing
 3. Penser le futur ?

CARLO ROVELLI Helgoland

Le sens de la mécanique quantique



Par l'auteur de
**L'ORDRE
DU TEMPS**

Flammarion

« Il était environ trois heures du matin lorsque le résultat de mes calculs apparut devant moi. Agité, je quittai la maison et me mis à marcher dans la nuit. Après avoir grimpé au sommet d'un rocher surplombant la mer, j'attendis le lever du soleil. J'étais profondément troublé. J'avais la sensation de regarder, à travers la surface des phénomènes, vers un intérieur d'une étrange beauté. »

(Heisenberg – 23 ans / 1925)

Trois ingrédients conceptuels : 1. Les observables

Renonçons à l'idée selon laquelle un électron serait un objet qui se déplace le long d'une trajectoire. Renonçons à décrire le mouvement de l'électron. Décrivons seulement ce que nous observons de l'extérieur : l'intensité et la fréquence de la lumière émise par l'électron. **Fonder tout le raisonnement seulement sur des quantités observables**, voilà l'idée.

Heisenberg remplace les variables physiques par des tableaux de nombres, où les orbites de départ sont indiquées dans les lignes tandis que les orbites d'arrivée figurent dans les colonnes.

X_{ij} :: présence, vitesse, énergie ...

		ORBITE D'ARRIVÉE			
		Orbite 1	Orbite 2	Orbite 3	Orbite 4
ORBITE DE DÉPART	Orbite 1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
	Orbite 2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}
	Orbite 3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}
	Orbite 4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}
	...	...	...	...	...

Trois ingrédients conceptuels : 2. Les probabilités

Born comprend que la valeur de l'onde ψ de Schrödinger en un point de l'espace détermine la probabilité d'observer l'électron en ce point. Si un atome entouré de compteurs Geiger émet un électron, la valeur de ψ là où il y a un compteur détermine la probabilité que ce soit ce compteur, et non un autre, qui révèle l'électron.

« Les lois de la Nature sont-elles réellement non déterministes ? » Einstein a formulé cette question en utilisant une expression colorée : « Dieu joue-t-il aux dés ? »

.... L'onde ψ évolue dans le temps en suivant l'équation écrite par Schrödinger, mais seulement tant que nous ne la regardons pas. Quand nous la regardons, pouf ! elle se concentre en un point donné, et nous voyons à cet endroit la particule.

Trois ingrédients conceptuels : 3. Les quantas

Planck (1900) : l'énergie de chaque onde ne peut être qu'un multiple entier d'une énergie élémentaire.

La constante de proportionnalité entre l'énergie d'un paquet et la fréquence de son onde vaut « h ».

$\hbar$ signifie h divisé par 2π

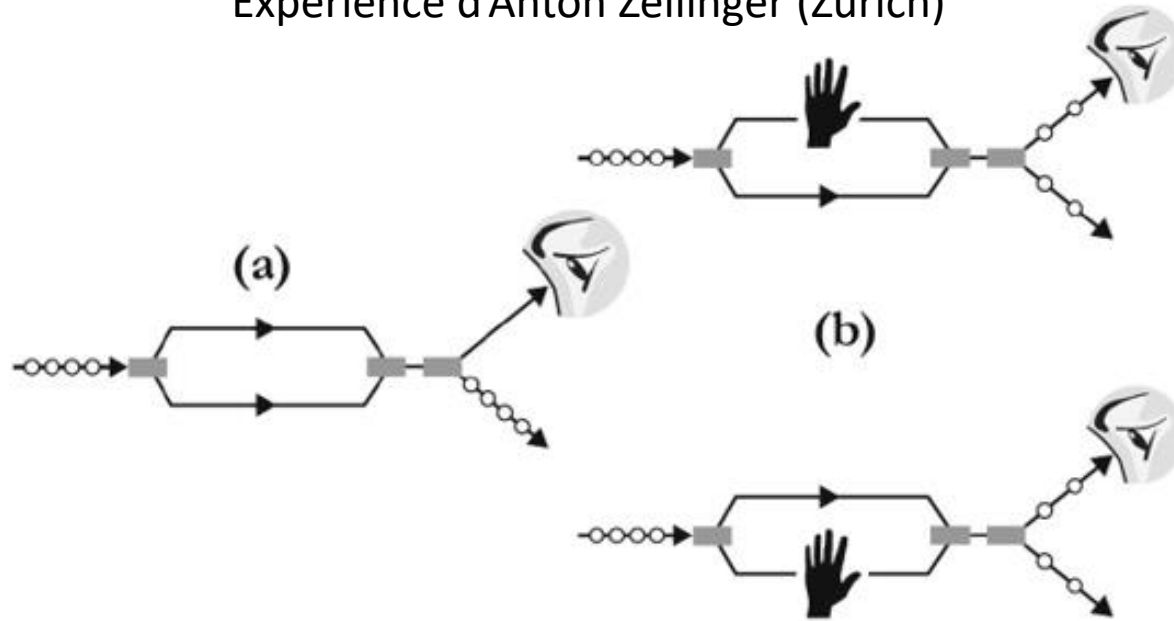
$$XP - PX = i\hbar$$

X est la matrice des positions

P est la matrice des impulsions (vitesse * masse)

Superpositions

Expérience d'Anton Zeilinger (Zurich)



- (a) Si on laisse les deux chemins (celui de gauche et celui de droite) libres, les photons finissent tous dans le détecteur du bas, aucun n'arrive en haut.
- (b) Si vous mettez votre main pour barrer l'un ou l'autre des chemins, une moitié des photons continue vers le bas, l'autre moitié vers le haut.

Superpositions → accepter l'indétermination



... En somme, la physique ne décrit pas le monde. Elle décrit ce que nous savons du monde. Elle décrit l'information que nous avons sur le monde.

L'information augmente lorsque nous effectuons une observation. Voilà pourquoi ψ change lorsque nous observons : non pas parce que quelque chose se passerait dans le monde extérieur, mais seulement parce que l'information que nous avons à son sujet change.

Superpositions → accepter l'indétermination



Les propriétés ne résident pas dans les objets, elles sont des ponts entre les objets. Les objets ne sont tels que dans un contexte, c'est-à-dire uniquement en relation avec d'autres objets, ce sont des nœuds où se rencontrent les ponts. Le monde est un jeu de perspective, un jeu de miroirs qui n'existent que dans leur reflet l'un dans l'autre.

Intrication

L'intrication est le phénomène par lequel deux objets distants, par exemple deux particules qui se sont rencontrées dans le passé, conservent une sorte de lien étrange, comme s'ils pouvaient continuer à se parler. Comme deux amants séparés qui devinent les pensées de l'autre. Ils restent, dit-on, entangled, intriqués. C'est un phénomène qui a été vérifié en laboratoire.

→ **expérience d'Aspect, prix Nobel de Physique 2022**



Une corrélation entre deux objets est une propriété des deux objets ; comme toutes les propriétés, elle n'existe que par rapport à un troisième objet ultérieur.

L'intrication n'est pas une danse à deux, c'est une danse à trois.

Information finie : principe d'indétermination

Si nous connaissions toutes les variables physiques qui décrivent une chose avec une précision infinie, l'information serait infinie. Mais c'est impossible, selon le principe d'indétermination énoncé en 1927 par Heisenberg :

$$\Delta X \Delta P \geq \hbar/2$$

Conséquence immédiate : la granularité. La lumière est constituée de photons, des grains de lumière, car des portions d'énergie qui seraient encore plus petites violeraient ce principe : le champ électrique et le champ magnétique (qui, pour la lumière, sont comme X et P) seraient trop déterminés et violeraient ce postulat.

L'illusion de la solidité du monde



Les certitudes de la physique classique ne sont que des probabilités.
L'image nette et solide du monde de l'ancienne physique est une illusion.

Nāgārjuna et la pénurie d'essence

La thèse centrale du livre de Nāgārjuna (II^{ème} – III^{ème} siècle) est simplement que rien ne possède une existence en soi, indépendante d'autre chose.



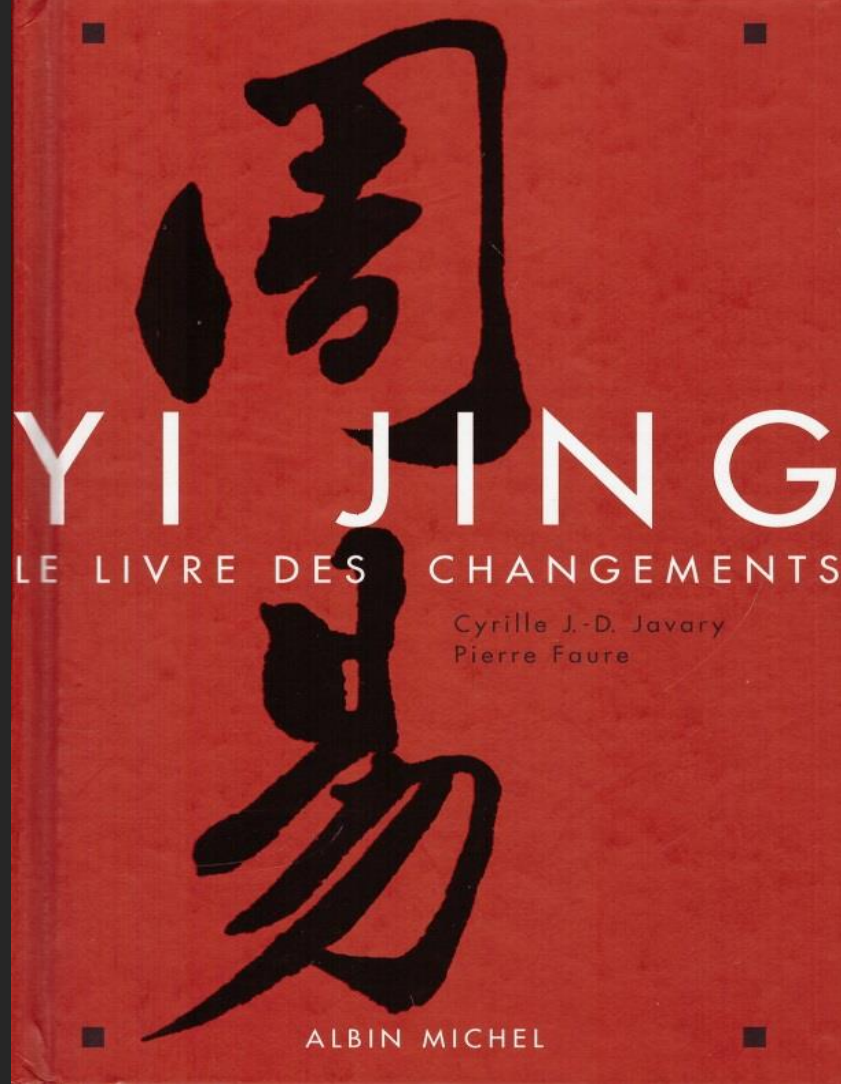
Nāgārjuna nous offre un instrument conceptuel formidable pour penser la relationnalité des quanta : il est possible de penser l'interdépendance sans essences autonomes qui entreraient ensuite en relation. Au contraire – et c'est là l'argument principal de Nāgārjuna –

l'interdépendance exige d'oublier toute essence autonome !

Hippolyte Taine (philosophe français du XIXe siècle)

« Notre perception externe est un rêve du dedans qui se trouve en harmonie avec les choses du dehors, et au lieu de dire que l'hallucination est une perception extérieure fausse, il faut dire que la perception extérieure est une hallucination vraie. »

- 
1. Une jeune grammaire née il y a 100 ans : la mécanique quantique
 2. Une grammaire vieille de 3000 ans : le Yi Jing
 3. Penser le futur ?



YI JING

LE LIVRE DES CHANGEMENTS

Cyrille J.-D. Javary
Pierre Faure

ALBIN MICHEL

La vie qui engendre la vie, c'est cela le changement

Comment le changement opère-t-il ?

→ *Comment s'y insérer efficacement ?*

Yi Jing : un travail commencé à l'âge de bronze, qui a précédé et accompagné le développement de l'écriture idéographique.

Au départ, des *diagnostics de situation* effectués à l'initiative des souverains et enregistrés à l'aide de signes mnémotechniques sur des carapaces de tortues.

~1 000 000 carapaces retrouvées

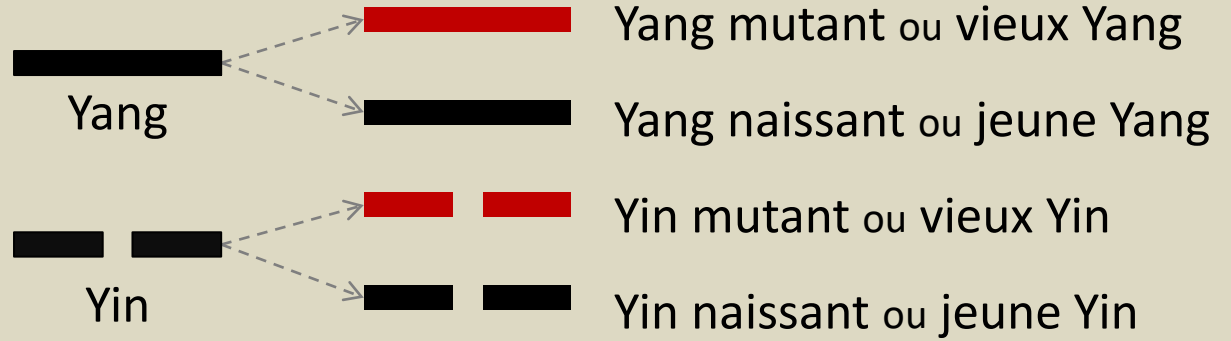
Puis un travail de généralisation et d'abstraction jusqu'à un texte canonique de 4000 caractères organisé en *64* chapitres consacrés chacun à un *hexagramme* décrivant une *situation type* et ses *développements potentiels*.



$2^6 = 64$ hexagrammes

2	23	8	20	16	35	45	12
15	52	39	53	62	56	31	33
7	4	29	59	40	64	47	6
46	18	48	57	32	50	28	44
24	27	3	42	51	21	17	25
36	22	63	37	55	30	49	13
19	41	60	61	54	38	58	10
11	26	5	9	34	14	43	1

Yi Jing : $4^6 = 4096$ situations-type



18 REMÉDIER AU CORROMPU



GU



En haut MONTAGNE ☶

En bas VENT ☴

REMÉDIER AU CORROMPU
Fondamentalement favorisant
Profitable de passer le grand fleuve
Avant le jour jia trois jours
Après le jour jia trois jours

Au début un six
Traiter le CORROMPU du père
Il y a un fils
Pour le père défunt absence de faute
Danger à la fin ouverture

Neuf en 2
Traiter le CORROMPU de la mère
Présage impossibilité

Neuf en 3
Traiter le CORROMPU du père
Regrets de peu
Absence de grande faute

Six en 4
Être large envers le CORROMPU du père
Aller fait apparaître la gêne

Six en 5
Traiter le CORROMPU du père
Accomplir éloges

En haut un neuf
Ne plus servir rois et vassaux
Estimer supérieur son propre service

Grande Image
Sous la montagne il y a le vent
REMÉDIER AU CORROMPU
L'Être Accompli ainsi
en remuant le peuple
élève sa conduite

Dixième Aile
REMÉDIER AU CORROMPU
donc
mise en ordre

蠱 元亨 利涉大川 先甲後甲 三日無咎
Gu yuan heng li she da chuan xian jia san ri hou jia san ri

幹父之蠱 有子考終吉
gan fu zhi Gu you zi kao wu jiu li zhong ji

幹母之蠱 不可貞
gan mu zhi Gu bu ke zhen

幹父之蠱 小有悔无大咎
gan fu zhi Gu xiao you hui wu da jiu

裕父之蠱 往見吝
yu fu zhi Gu wang jian lin

幹父之蠱 用譽
gan fu zhi Gu yong yu

不事王侯 高尚其事
bu shi wang hou gao shang qi shi

山下有風 蠱 君子以振民育德
shan xia you feng Gu jun zi yi zhen min yu de

蠱 則 飭也
Gu ze chi ye

Un hexagramme ↔ Deux trigrammes superposés

☵ Le Lac

Aptitude à l'expression et à la communication,
joie, légèreté

Le joyeux, le mouton, la 3e/la plus jeune fille, la bouche (& la langue), la magicienne, écraser briser en morceaux, la voisine, le sol dur et dallé...

☲ Le Feu

Clarté, lucidité, vivacité, éclat

Ce qui s'attache, le faisan, la fille cadette, l'œil, le brillant, la cuirasse et le casque, la lance et les armes, la sécheresse, la tortue, le crabe, l'escargot, l'arbre desséché dans sa partie haute...

☳ Le Tonnerre

Impulsion, mise en route, secousse

L'éveilleur, le dragon, le fils aîné, le pied, jaune sombre, une grande rue, un roseau ou un jonc...

☰ Le Ciel

Créativité, force, initiative

Le créateur, le cheval (bon, vieux, maigre, sauvage), le père, la tête, le rond, le prince, le jade, le métal, le froid, la glace, le rouge sombre, un fruit...



☷ La Terre

Disponibilité, adaptabilité, accueil, don de soi

Le réceptif, la vache, la mère, le ventre, une étoffe, un chaudron, l'économie, l'égalité, le veau avec la vache, un grand char, la multitude, le tronc, le sol noir, parmi les autres...

☴ Le Vent, le Bois

Pénétration, soumission, intériorisation

Le doux, le coq, la fille aînée, les cuisses, le corbeau, le travail, le blanc, le long, le haut, l'indécis...

☵ L'Eau

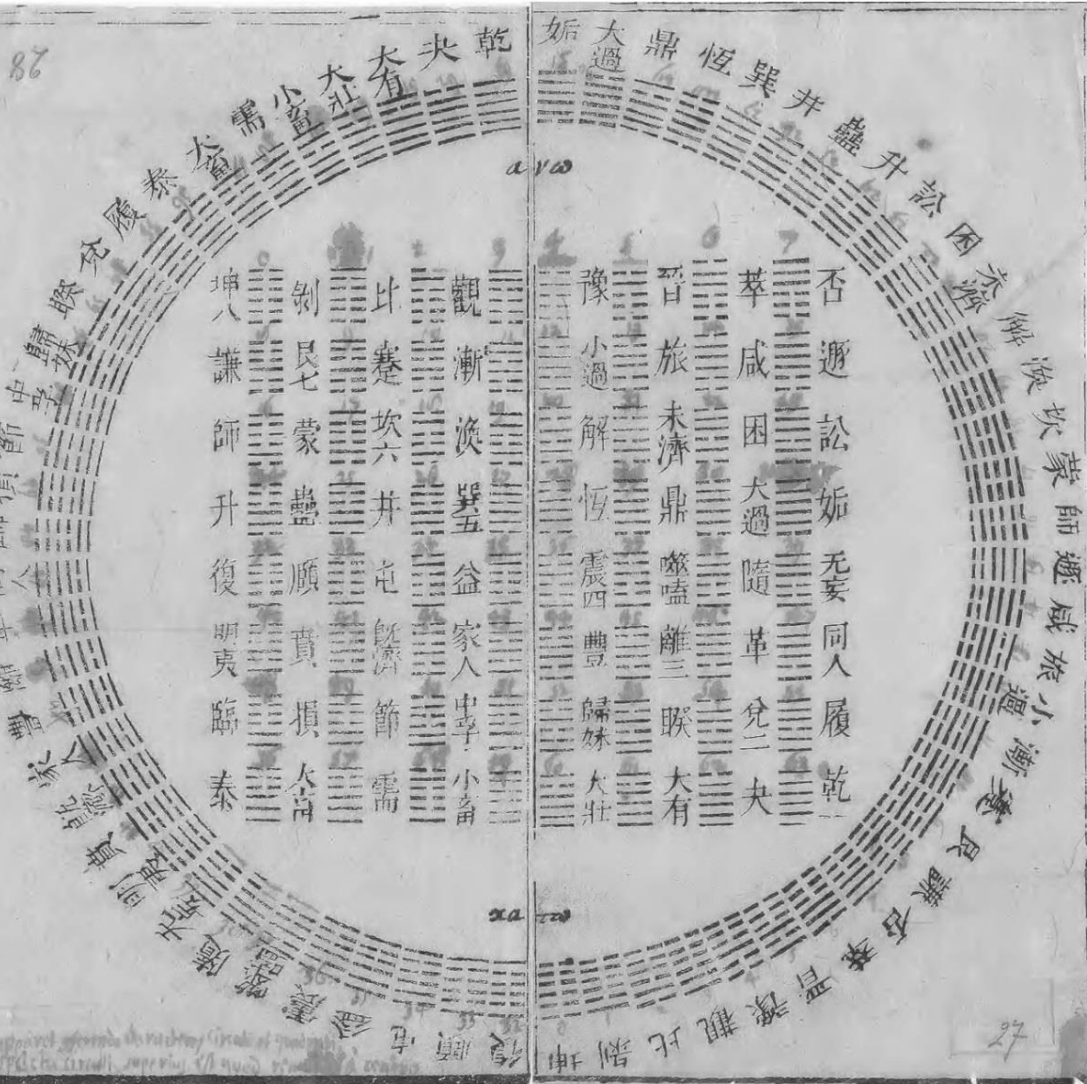
Profondeur, endurance, peur

L'insondable, le porc, le fils cadet, l'oreille, les fosses, les pièges, l'arc et la flèche, le sang, le rouge, la lune, le bois ferme avec beaucoup de marques...

☶ La Montagne

Rigueur, cohésion, calme, solidité

L'immobilisation, le chien, la main, le 3e/le plus jeune fils, le chemin détourné, les pierres, les portes, les fruits, les semences, le bois ferme et noueux...



Le diagramme reçu par Leibniz en 1701

A diagram of the hexagrams owned by German mathematician and philosopher Gottfried Wilhelm Leibniz. It was sent to Leibniz from the French Jesuit Joachim Bouvet.

The Arabic numerals written on the diagram were added by Leibniz.

[Leibniz Archive, Niedersächsische Landesbibliothek]

29

S'entraîner
au passage
des ravins

習坎

XI KAN

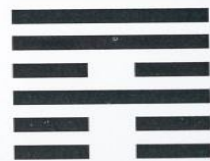


53

Progresser
pas à pas

漸

JIAN



56

Voyageur

旅

LÜ



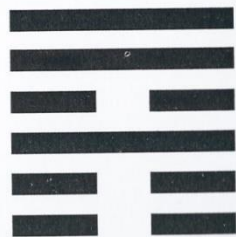
Le char

L'eau

La
hache

漸

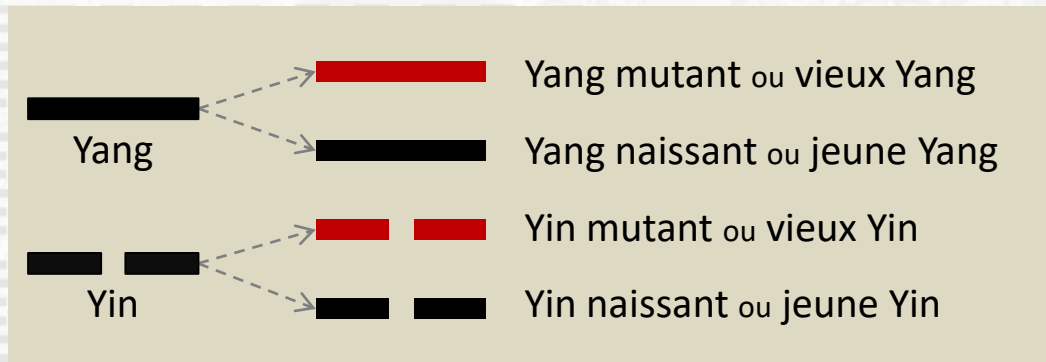
JIAN



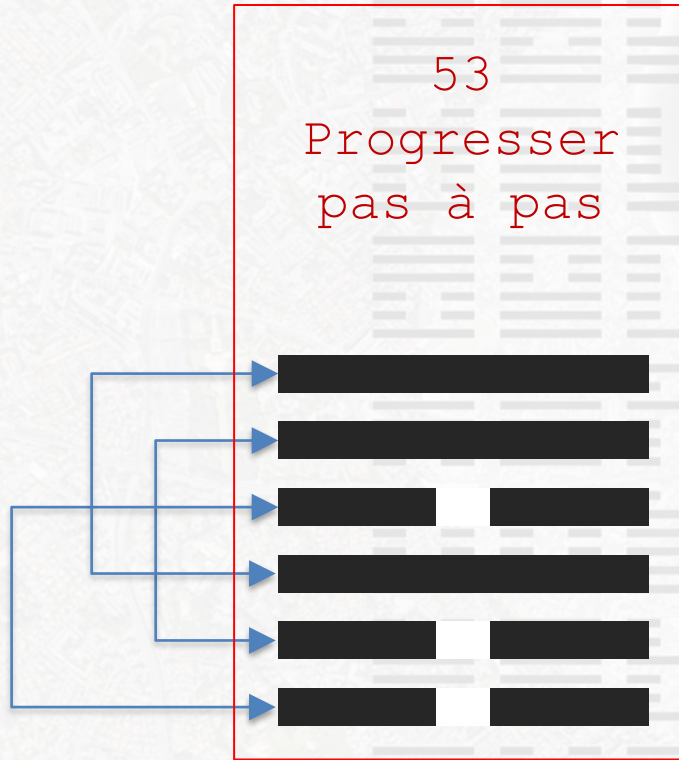
53:Progresser pas à pas

L'eau creuse les ravins,
le char les ornières;
l'un et l'autre,
comme la hache,
poursuivent une action par
petites touches qui,
par une répétition incessante,
atteint finalement son but.

L'hexagramme 53 dans une de ses $2^6 = 64$ variantes



Renforcement par correspondance entre les traits



3 & 6 : même polarité → pas de correspondance
2 & 5 : polarités différentes → correspondance
1 & 4 : même polarité → pas de correspondance

Un hexagramme dérivé = une piste d'évolution

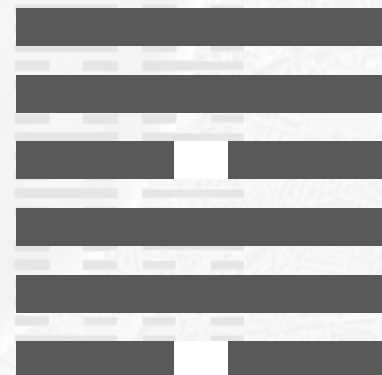
53

Progresser
pas à pas



57

Se modeler

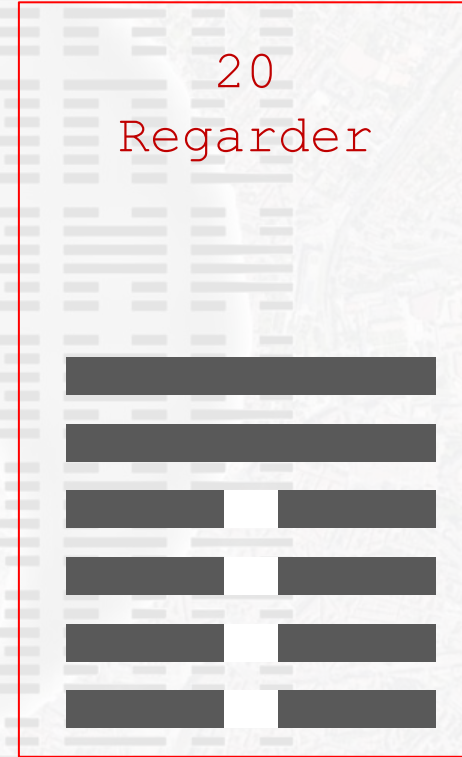


vieux Yin → Yang

Un hexagramme dérivé = une piste d'évolution



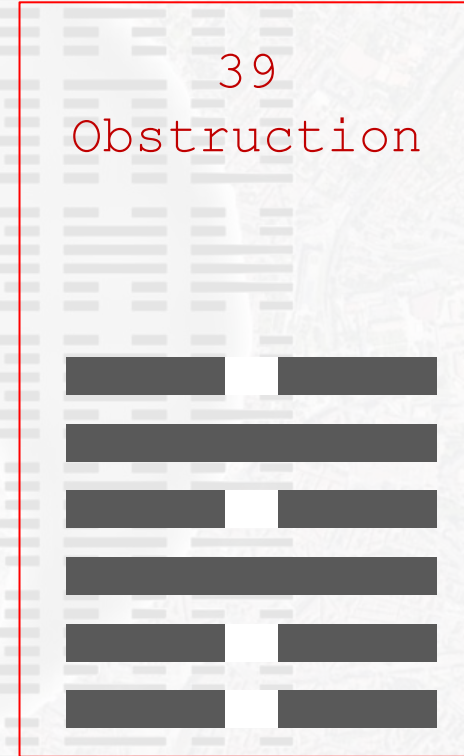
vieux Yang → Yin



Un hexagramme dérivé = une piste d'évolution



vieux Yang → Yin

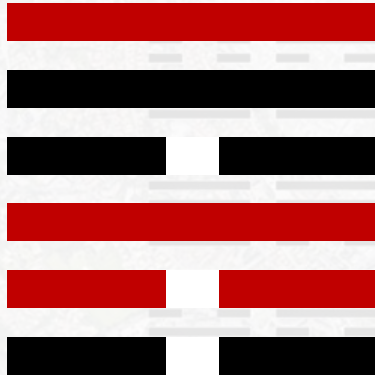


L'hexagramme de perspective 29

Il exprime la potentialité d'évolution de la situation

53

Progresser
pas à pas



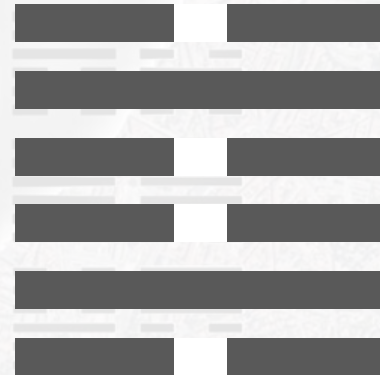
vieux Yang → Yin

vieux Yang → Yin

vieux Yin → Yang

29

S'entraîner
au passage
des ravins



L'hexagramme opposé 54

Il exprime tout ce que la situation n'est pas

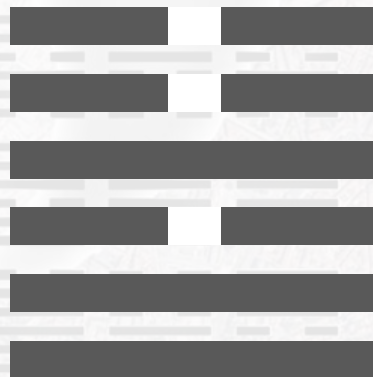
53

Progresser
pas à pas



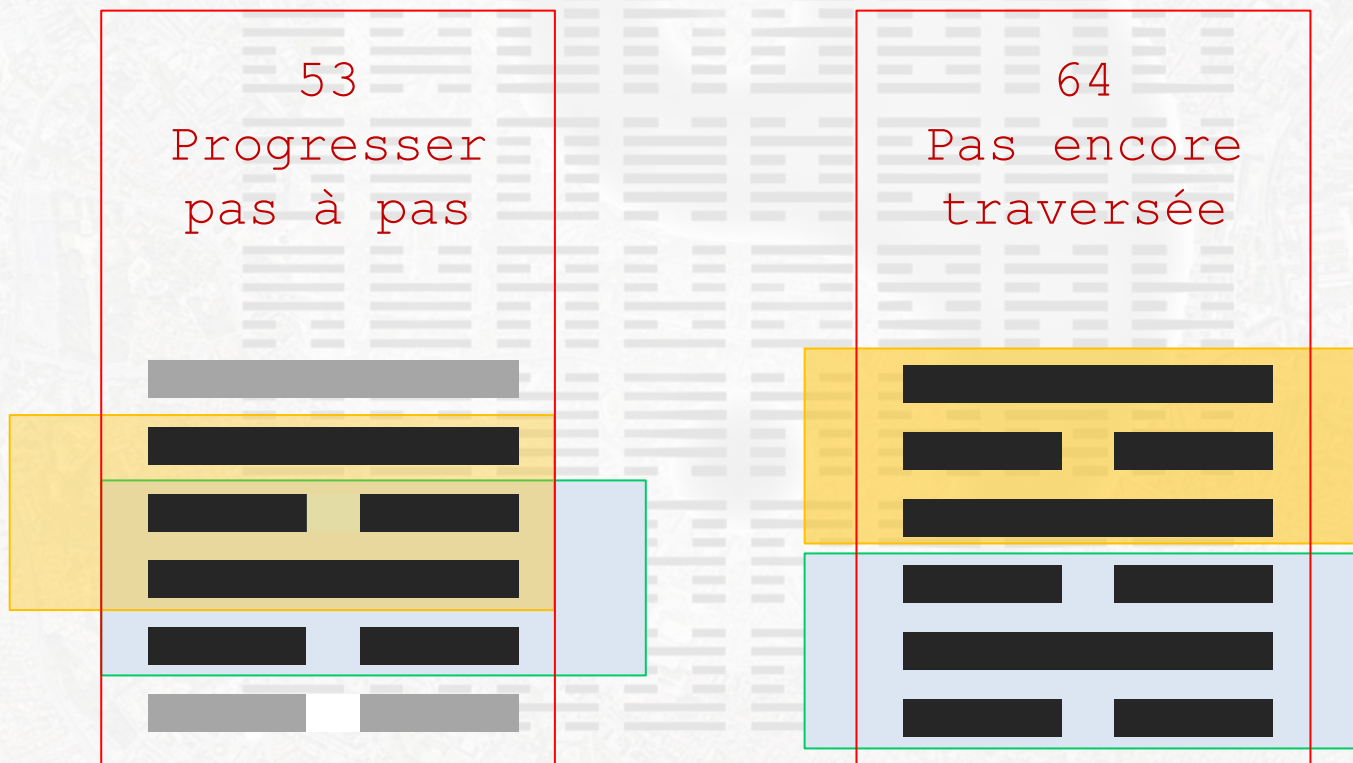
54

Mariage de
la cadette

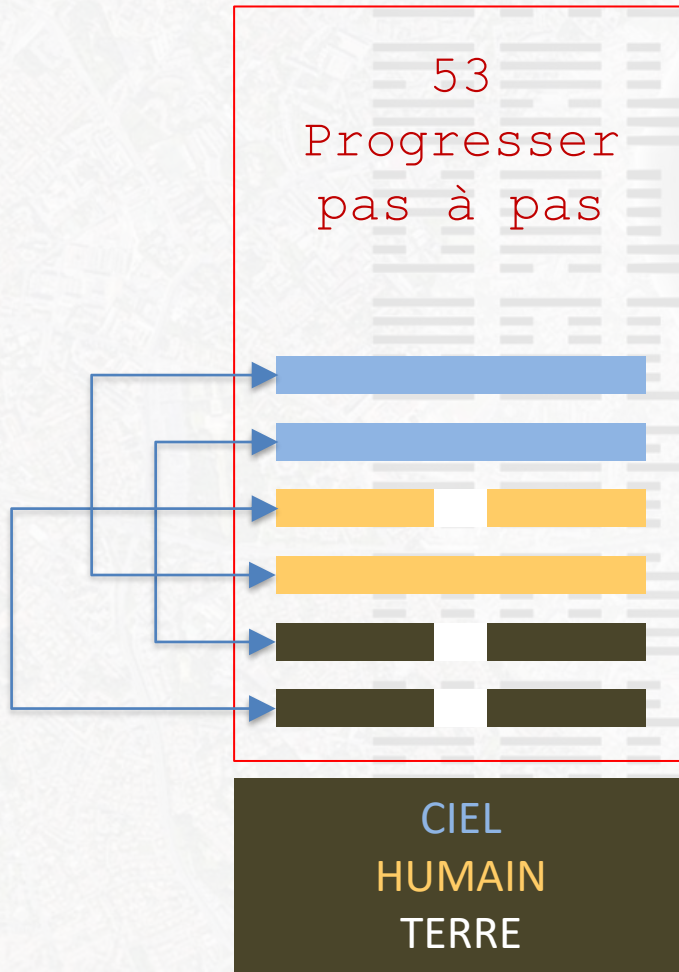


L'hexagramme nucléaire 64

Il exprime les forces au travail au cœur de la situation



Les symboles de pouvoir liés aux places des traits



53
Progresser
pas à pas

3 & 6 : moments de retombée liés entre eux
2 & 5 = places centrales
1 & 4 : nécessité de prudence

6. Sortie (récolte des fruits bons ou amers)
5. Souverain (action éclairée)
4. Ministre (du souverain ; lien entre le bas et le haut)
3. Passage (vers l'extérieur de sa région)
2. Préfet (gestion concrète de la situation)
1. Entrée (dans la situation)

CIEL
HUMAIN
TERRE

Mode d'emploi du Yi Jing

La question : interroger le Yi Jing consiste à faire le point des énergies en présence à un moment donné. Il ne s'agit pas de deviner le futur mais de comprendre le présent.

- *Formuler une question avec un verbe d'action*
- *Une question à la première personne place sans ambiguïté dans la position de quelqu'un qui prend la responsabilité de son affaire*
- *Si alternative, possibilité de poser deux questions « intriquées »*

Le tirage par les pièces

- *3 pièces + une convention*

exemple de convention : Yin = face

- *Yin = 2*
- *Yang = 3*

	$2+2+2 = 6$: vieux Yin (<i>mutant</i>)
	$3+2+2 = 7$: jeune Yang
	$3+3+2 = 8$: jeune Yin
	$3+3+3 = 9$: vieux Yang (<i>mutant</i>)

18 REMÉDIER AU CORROMPU



GU



En haut MONTAGNE ☶
En bas VENT ☴

REMÉDIER AU CORROMPU
Fondamentalement favorisant
Profitable de passer le grand fleuve
Avant le jour jia trois jours
Après le jour jia trois jours

Au début un six
Traiter le CORROMPU du père
Il y a un fils
Pour le père défunt absence de faute
Danger à la fin ouverture

Neuf en 2
Traiter le CORROMPU de la mère
Présage impossibilité

Neuf en 3
Traiter le CORROMPU du père
Regrets de peu
Absence de grande faute

Six en 4
Être large envers le CORROMPU du père
Aller fait apparaître la gêne

Six en 5
Traiter le CORROMPU du père
Accomplir éloges

En haut un neuf
Ne plus servir rois et vassaux
Estimer supérieur son propre service

Grande Image
Sous la montagne il y a le vent
REMÉDIER AU CORROMPU
L'Être Accompli ainsi
en remuant le peuple
élève sa conduite

Dixième Aile
REMÉDIER AU CORROMPU
donc
mise en ordre

蠱 元亨 利涉大川 先甲後甲三日
Gu yuan heng li she da chuan xian jia san ri hou jia san ri

幹父之蠱 有子考終吉
gan fu zhi Gu you zi kao wu jiu li zhong ji

幹母之蠱 不可貞
gan mu zhi Gu bu ke zhen

幹父之蠱 小有悔无大咎
gan fu zhi Gu xiao you hui wu da jiu

裕父之蠱 往見吝
yu fu zhi Gu wang jian lin

幹父之蠱 用譽
gan fu zhi Gu yong yu

不事王侯 高尚其事
bu shi wang hou gao shang qi shi

山下有風 蠱 君子以振民育德
shan xia you feng Gu jun zi yi zhen min yu de

蠱 則 飭也
Gu ze chi ye

- 
1. Une jeune grammaire née il y a 100 ans : la mécanique quantique
 2. Une grammaire vieille de 3000 ans : le Yi Jing
 3. **Penser le futur ?**

Penser le futur ?

Dans un monde en perpétuelle évolution, aucun état futur n'est certain, mais tous les états ne sont pas possibles.

Quel modèle, quelle grammaire, quelles règles du jeu, pour interpréter le présent et prédire les futurs possibles, ou agir, dans un contexte d'incertitude ?

Take Home Message

- ❖ Ingrédients fondateurs de la mécanique quantique : les observables, les probabilités, la granularité.
- ❖ La physique ne décrit pas le monde. Elle décrit l'information que nous avons sur le monde.
- ❖ Interprétation relationnelle : les propriétés ne résident pas dans les objets, elles sont des ponts entre les objets. L'interdépendance exige d'oublier toute essence autonome. Les certitudes de la physique classique ne sont que des probabilités.
- ❖ La vie qui engendre la vie, c'est cela le changement.
- ❖ Polarité Yin-Yang : lorsque l'une des deux forces est à son apogée, apparaît la force complémentaire.
- ❖ Notre perception externe est un rêve du dedans qui se trouve en harmonie avec les choses du dehors.