

Complexité

Table des matières

1. Introduction : quelques limites	2
2. Systèmes complexes.....	4
3. Interdisciplinarité.....	8
4. Evolution et psychologie	12
5. Conclusion : la science du futur.....	16

« Le XXIe siècle sera le siècle de la complexité. »

Stephen Hawking

« Chaque objet étudié par la biologie
est un système de systèmes. »

François Jacob

1. Introduction : quelques limites

Limites « traditionnelles »

- Dans ce cours, nous allons voir comment prendre en compte et gérer certaines limites de la science (ou certaines limites d'une certaine forme de science)
- Ces limites sont *fréquentes*, mais pas omniprésentes dans toutes les disciplines
- Et ces limites sont *importantes*, mais pas rédhibitoires ni infranchissables
- Il est important de les identifier, de les comprendre et de chercher à les dépasser pour éviter une vision scientifique étriquée
- C'est cette science « appauvrie » ou « simpliste » qui est parfois critiquée, décriée, tournée en dérision

Limites de la linéarité

- L'essentiel des modèles utilisés en psychologie sont des modèles linéaires
- La linéarité est une simplification pratique et relativement efficace
- Cette approche reste toutefois très *réductrice*, car très peu de phénomènes sont vraiment linéaires
- On n'étudie parfois qu'une petite « portion » d'un phénomène, qui peut donner *l'illusion de linéarité*
- Il est parfois nécessaire de sortir du cadre des modèles linéaires pour rendre compte correctement de certains phénomènes (vu en partie dans le cours 4-2)

Limites du réductionnisme

- Réductionnisme : pensée selon laquelle *le tout est égal à la somme de ses parties*
- « Modèle de la montre » : c'est compliqué, mais si on comprend chaque pièce, on comprend le tout
- Stratégie de simplification qui permet la recherche ; on est quand même un peu obligé de découper le réel ; on ne peut pas tout étudier d'un coup
- Mais de plus en plus, on découvre et comprend l'importance des **interactions** et des **interdépendances** (entre parties du cerveau, entre émotion et cognition, entre individu et environnement, etc.)

Limites des modèles prédictifs

- Certains phénomènes sont, de par leur **complexité**, fondamentalement impossibles à prédire avec exactitude
- Il y a certes de nombreuses approches par approximation, par tendance, par la moyenne, etc. Mais de nombreux comportements individuels restent très difficiles, voire impossibles, à prédire
- Analogie avec la « physique statistique » (*statistical mechanics*) : on peut faire des prédictions fiables au niveau macroscopique tout en étant incapable de faire des prédictions précises au niveau microscopique (atomes, molécules, ions, photons, etc.)

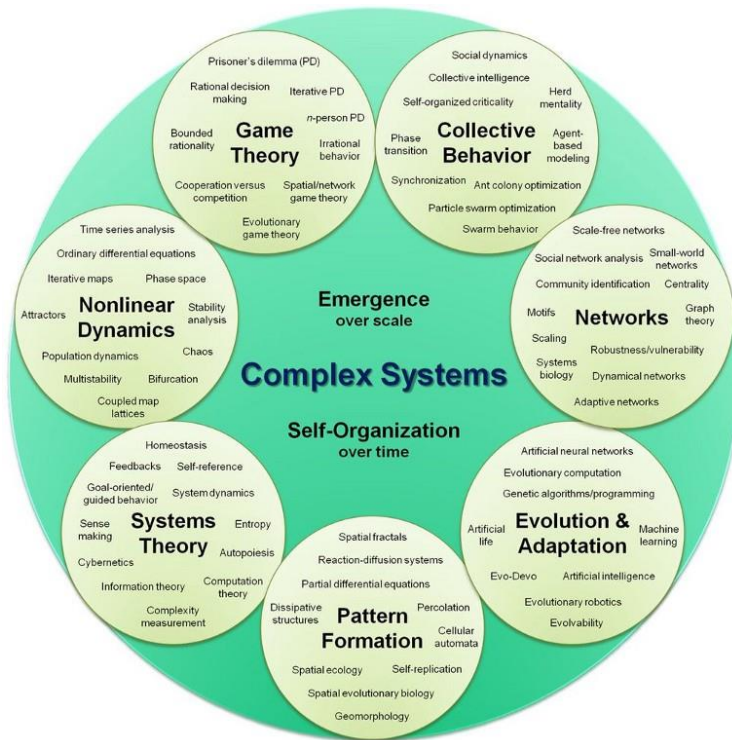
Limites de l'approche par niveaux

- La distinction entre « **micro** » et « **macro** » renvoie aux limites de l'approche par niveaux
- La plupart des explications scientifiques courantes sont limitées à un seul niveau
- Quelques niveaux pertinents pour la psychologie :
 - Niveau macro social (société)
 - Niveau micro social (petit groupe)
 - Niveau individuel
 - Niveau organique (système nerveux)
 - Niveau microscopique (neurotransmetteurs, hormones, etc.)
- L'approche multi-niveaux est parfois indispensable (en fait, très souvent nécessaire)

Limites de l'approche par discipline

- L'approche multi-niveaux va souvent de pair avec une **approche interdisciplinaire**
- Quelques disciplines connexes pertinentes pour la psychologie individuelle :
 - Sociologie et sciences politiques
 - Psychologie sociale
 - [Psychologie générale]
 - Neurosciences et biologie
 - Biochimie et physique
- Il n'y a toutefois pas de correspondance stricte entre disciplines et niveaux
- Il y a des questions « micro » en biologie (au niveau cellulaire par ex.) et des questions « macro » (comportement d'agression, de coopération, etc.)

2. Systèmes complexes



Système complexe : définitions

- Un système complexe (adaptatif) est un **ensemble constitué d'un grand nombre d'entités en interaction** dont l'intégration permet d'accomplir une mission commune ; un système complexe a des **objectifs**.
- Les systèmes complexes sont caractérisés par des **propriétés émergentes** qui n'existent qu'au niveau du système et ne peuvent pas être observées au niveau de ses constituants.
- Dans certains cas, un observateur **ne peut pas prévoir** les **rétroactions** ou les **comportements** ou **évolutions** des systèmes complexes par le calcul, ce qui amène à les étudier à l'aide de la « théorie du chaos ».

Wikipedia, <https://bit.ly/3DREIBq>

- « Un système est un large réseau de composantes sans contrôle central et avec des règles simples qui donnent lieu à un comportement collectif complexe, un traitement de l'information sophistiqué, et à de l'adaptation via apprentissage ou évolution ».

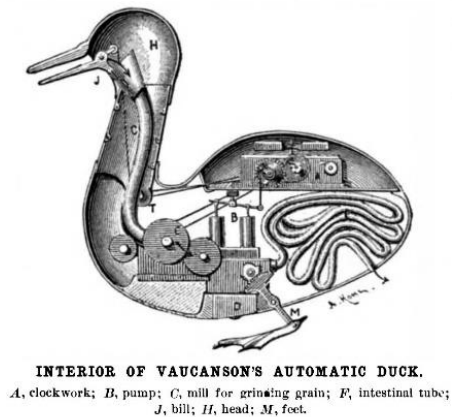
(Mitchell, 2009, p. 13)¹

¹ Mitchell, Melanie (2009). *Complexity : A Guided Tour*. Oxford University Press, USA.

Complexité *versus* réductionnisme mécaniste

- La complexité s'oppose à (ou complète) la vision réductionniste mécaniste
- Ici « **Le tout est plus que la somme des parties** »
- On ne peut pas comprendre l'intégralité du système simplement en décomposant toutes les parties

Figure 1. Modèle réductionniste d'un canard



<https://bit.ly/3aRjUbp>

Complexité : concept vaste, origines variées

- **Cybernétique** : étude des mécanismes d'information des systèmes complexes (mesure, codage, redondance, transmission de l'information, etc.)
- La notion d'**information** est devenue centrale dans de nombreuses sciences, en particulier en économie, en biologie et par extension en psychologie (de l'ADN à la cognition : comment les organismes communiquent et manipulent l'information)
- **Théorie du chaos** : « C'est simplement l'imprévisibilité dans les systèmes complexes » (Prof. Ian Malcolm, *Jurassic Park*). Formellement, il s'agit d'une branche des mathématiques qui étudie des systèmes très sensibles aux **conditions initiales** et au comportement difficile à prédire de ce fait
- **Théories des systèmes** : un système est un groupe d'éléments en interaction ou reliés entre eux et qui agissent selon un ensemble de règles pour former un tout unifié. La théorie des systèmes et toutes ses variantes (systèmes ouverts, systèmes dynamiques, systèmes complexes, systèmes adaptatifs) étudie les propriétés de ces entités

Systemes adaptatifs complexes : concepts-clés

- **Interactions, interdépendance** : de nombreux composants interagissent de multiples façons, entre eux et aussi avec leur environnement (exemple : fourmis, neurones, agents économiques)
- **Emergence** : les interactions entre les composants d'un système génèrent de nouvelles informations et présentent des structures et des comportements collectifs non triviaux à des échelles plus grandes. Des phénomènes très complexes peuvent émerger de processus très simples (exemple : intelligence en essaim chez les insectes ; conscience ; argent)



- **Auto-organisation** : le "contrôle" d'un système auto-organisé est réparti, distribué entre les composants et intégré par leurs interactions. De nombreux systèmes complexes n'ont simplement pas de contrôle central (développement embryonnaire, fourmilière, cerveau)
- **Adaptation** : plutôt que de se contenter d'évoluer vers un état stable, les systèmes complexes sont souvent actifs et réagissent à l'environnement. Ils sont robustes, résistent aux perturbations et font preuve de résilience et de développement
- **Objectifs et motivations** : les systèmes adaptatifs complexes ont des objectifs et des motivations, conscientes ou non (survie, reproduction, accomplissement personnel, etc.). On parle parfois d'*attracteurs* pour qualifier les objectifs qu'ils poursuivent et les états vers lesquels ils tendent
- **Régulation** : il y a des processus de régulation internes (notamment homéostatiques) et de nombreuses boucles de **rétroactions** positives et négatives qui tendent respectivement à renforcer ou éteindre certains comportements

Prédictions et déterminisme

- Dans les systèmes complexes, **les prédictions exactes à long terme sont impossibles** ; il y a trop de variables en jeu, de sensibilité aux conditions initiales et d'effets non-linéaires (effets de seuil, rétroactions, etc.)
- Cependant, **certaines prédictions macroscopiques ou moyennes sont possibles** ; on peut esquisser des tendances générales
- On peut également faire des **prédictions relativement fiables à court terme**
- Ci-dessous, parallèle entre phénomènes météo et phénomènes psychologiques :

	Phénomènes météo	Phénomènes psychologiques
Unités de base	Molécules	Cellules, neurones
Propriétés émergentes	Nuages, vents, pluie	Conscience, identité, ambitions, etc.
Sensibilité aux conditions initiales	Légères différences de pressions ou température	Légères différences génétiques
Prédictions générales à long terme	Tendances saisonnières globales	Effets des traits de personnalité
Prédictions spécifiques à court terme	Prévisions locales à 3-4 jours	Effets des états d'humeur
Non-linéarité, phénomènes extrêmes	Apparition d'ouragans ou de canicules	Coup de foudre, succès subit, dépression, etc.

Liens causes-conséquences : c'est complexe !

- **Équifinalité** : un même phénomène peut être engendré par des causes différentes
Par exemple : différentes causes possibles à l'addiction
- **Multifinalité** : des phénomènes différents peuvent être générés par une même cause
Par exemple : diverses conséquences possibles aux violences éducatives
- **Multicausalité** : une même cause peut être à l'origine de plusieurs phénomènes
Par exemple : un gène impliqué dans la créativité et dans certaines pathologies psychiques
Renvoie également au fait que certains phénomènes sont déterminés par plusieurs causes
Par exemple : accomplissement sportif, artistique ou scientifique exceptionnel

3. Interdisciplinarité

Pourquoi l'interdisciplinarité est nécessaire

- La vie est complexe ; le monde est complexe ; la séparation en disciplines est commode mais arbitraire
- La portée d'une discipline est limitée ; la spécialisation a les défauts de ses qualités
- La psychologie n'est pas exhaustive dans son étude de l'être humain ; il est important de s'intéresser aux disciplines voisines
- La « complexité » évoquée ci-dessus est par nature un champ interdisciplinaire (ou même transdisciplinaire)

Panorama de quelques disciplines pertinentes

- **Biologie** : fondamentale pour comprendre de nombreux phénomènes psy (rôle des structures cérébrales, des hormones, neurotransmetteurs, etc.)
- **Éthologie** : certains de nos fonctionnements sont très similaires à ceux des espèces voisines (grands singes, autres mammifères) ; même les espèces éloignées peuvent nous apprendre beaucoup de choses (oiseaux et insectes sociaux, notamment)
- **Anthropologie, paléontologie** : éclairent notre histoire et notre évolution, permettent aussi de mieux comprendre notre cerveau, qui a été façonné par l'évolution ; l'étude des mœurs (en particulier sociales) de nos ancêtres hominidés est difficile mais importante
- **Economie** : s'intéresse à des questions en fait assez proches de celles de la psychologie et de la biologie ; c'est une approche disciplinaire complémentaire pour éclairer les choix, les dilemmes et les stratégies des individus, ainsi que leurs échanges
- **Sociologie, sciences politiques** : apportent un éclairage important sur de nombreuses questions sociales (compétition, coopération, vivre ensemble, etc.)
- **Lettres, arts, musique, etc.** : également essentiels, pour exprimer et partager une réalité plus subjective, et aussi comme "organes vitaux de notre physiologie sociale" (Wilson, 2007)², c'est-à-dire comme liant social, pour souder les groupes

² Wilson, David S. (2007). *Evolution for Everyone : How Darwin's Theory Can Change the Way We Think About Our Lives*. Delta.

Un peu d'économie

- Ratio « **bénéfices/coûts** » et « **bénéfices/risques** » : contraint beaucoup de choix et stratégies ; on l'utilise tous au quotidien quand on fait un tableau « avantages/inconvénients » ; utilisé aussi en biologie évolutionniste (les stratégies sélectionnées à long terme sont celles qui ont un bon ratio bénéfices/coûts)
- **Utilité** : qualité d'un bien correspondant à la satisfaction apportée par sa consommation (à valeur marchande ou non-marchande, comme le temps de loisir) ; un bien à forte utilité implique une grande satisfaction ; c'est un concept finalement très proche des notions de bien-être ou du bonheur
- **Agent rationnel** : agent qui a des préférences claires, qui modélise l'incertitude, qui choisit toujours d'effectuer l'action dont le résultat attendu est optimal pour lui-même. En psychologie, on n'est pas habitué à considérer que les gens sont des « agents rationnels », mais c'est pourtant ce que nous sommes souvent (on veut de l'info pour prendre des décisions éclairées ; on ne veut pas prendre de risques inutiles ; on ne veut pas collaborer avec des traîtres, des gens peu fiables, etc.)
- **Aversion au risque** : tendance des gens à préférer les résultats à faible incertitude aux résultats à forte incertitude, même si le résultat moyen de ces derniers est supérieur (on préfère être sûr de gagner 5 CHF plutôt que d'avoir 50% de chance de gagner 10 CHF). Sur papier, l'aversion au risque est non-rationnelle ; mais ça se discute. Ceci est en lien avec certains biais cognitifs : ces biais ont l'air irrationnels, mais à certains égards, il est judicieux de préférer un petit gain immédiat à un plus grand gain incertain.
- **Utilité marginale, adaptation hédonique** : la consommation d'une quantité supplémentaire d'un bien n'amène pas un grand bonheur supplémentaire ; la 1^{ère} gorgée de bière est meilleure que la 2^{ème}, elle-même meilleure que la 3^{ème}, etc. Le plaisir supplémentaire diminue avec l'augmentation de la quantité (diminution de l'utilité marginale). Dans la même veine, la **loi des rendements décroissants** peut être rapprochée de certains processus psychologiques, par ex. l'apprentissage (chaque heure de plus passée à étudier offre un rendement marginal toujours plus faible ; cf. courbes d'apprentissage p. 5 du cours 4-2).

Ethologie et psychologie comparée

- De très nombreux mécanismes que l'on croit strictement humains sont en fait très répandus dans le règne animal (cf. aussi rubrique « éthologie » dans les vidéos bonus)
- **Tromperie** : la tromperie n'est pas le propre de l'homme, bien au contraire, cf. mimétisme batésien, camouflage, simulacre de mort, parasitisme de couvée, pseudocopulation, etc.
- **Intelligence** : de nombreux animaux de toutes sortes font preuve d'une intelligence formidable, non seulement individuelle (du chimpanzé au poulpe en passant par la corneille) mais aussi collective (insectes sociaux, oiseaux migrateurs, bancs de poissons)
- **Emotions** : notre « cerveau émotionnel » (système limbique) est extrêmement similaire à celui de tous les mammifères ; les circuits du stress sont similaires chez tous les vertébrés
- **Personnalité** : on trouve une variabilité considérable dans la propension à manifester des comportements de fuite, d'approche ou d'agressivité chez de nombreuses espèces ; les traits de personnalité comme l'extraversion (comportement d'approche) et le neuroticisme (comportement d'évitement) sont très répandus
- **Sociabilité** : la sociabilité n'est pas le propre de l'être humain, même si notre situation est un peu particulière :
 - des points communs avec les animaux vivant en relativement petits groupes (quelques dizaines d'individus), comme les mammifères sociaux (rats, loups, la plupart des grands singes, de nombreux mammifères marins) ainsi que certains oiseaux (perroquets, corvidés) ;
 - des points communs avec les animaux dits eusociaux, vivant en très grands groupes avec notamment une forte cohésion et une importante division et spécialisation des rôles (typiquement les insectes sociaux)
- **Moralité** : des comportements de l'ordre de l'altruisme réciproque, de la moralité et de l'empathie existent chez de nombreuses espèces (grands singes en particulier, mais aussi certains oiseaux) ; sans parler encore du mutualisme, qui est extrêmement fréquent au travers de tout le règne animal (jusque dans nos cellules ainsi qu'entre de nombreuses bactéries et organismes pluricellulaires)

Théorie des jeux et science politique

- Pour tout ce qui concerne la vie en société, il y a de nombreuses « règles du jeu » qui se situent au niveau collectif et qui dépassent les stratégies individuelles quelles qu'elles soient (bienveillantes ou malveillantes, « innées » ou « acquises »).
- Concepts-clés de la théorie des jeux : jeu à somme nulle et jeu à somme non nulle, dilemme du prisonnier, équilibre de Nash, stratégie évolutivement stable, etc. On n'entrera pas ici dans les détails, qui sont vite très techniques. On se contentera de quelques illustrations.
- **Tragédie des biens communs :**
 - se produit dans une situation de compétition pour l'accès à une ressource limitée (créant un conflit entre l'intérêt individuel et le bien commun) face à laquelle la stratégie économique rationnelle (individuelle) aboutit à un résultat perdant-perdant
 - Trois solutions à ce dilemme : la nationalisation, la privatisation et la gestion par des communautés locales <https://bit.ly/3Em96yL>
 - Inutile donc d'espérer résoudre ce dilemme en demandant aux gens d'être sympas (mais le contrôle social est une stratégie possible)
- **Stratégie coopération-réciprocité-pardon** (*tit for tat*) ou stratégie donnant-donnant. Il s'agit d'une stratégie formelle qui définit la manière la plus efficace de se comporter vis-à-vis d'autrui afin de maximiser les gains potentiels associés à la coopération et de minimiser les pertes potentielles associées à une trahison.
Cette stratégie est très simple :
 1. Coopérer à la première interaction
 2. Adopter ensuite une attitude de réciprocité
- Stratégie dite agréable car elle commence par la coopération ; elle prévoit des représailles immédiates pour ceux qui entrent en compétition ; elle est indulgente car elle produit immédiatement une coopération si le concurrent fait un mouvement coopératif ; c'est une stratégie claire et prévisible
- Plusieurs études ont montré que cette stratégie tend à s'imposer dans diverses situations. La coopération du plus grand nombre finit par être dominante dans la population, même si la stratégie « traître » peut continuer de circuler à basse fréquence sans jamais disparaître complètement

4. Evolution et psychologie

Au cœur de la biologie : l'évolution

- Techniquement, la théorie de l'évolution appartient à la biologie, mais la portée de cette théorie est considérable
- Le développement du cerveau, et par extension celui de la psyché humaine, est ancré dans notre histoire évolutive (cf. vidéos « évolution biologique » et « cerveau » dans les vidéos bonus)
- De plus, nous sommes pris entre notre histoire évolutive biologique et l'évolution de notre culture, qui nous échappe en partie (cf. vidéos « évolution culturelle »)

Une idée extrêmement puissante

- L'évolution offre une « troisième manière de penser »
Permet de réconcilier deux types d'explication
 - Explication téléologique (« pourquoi ? »)
 - Explication mécaniste (« comment ? »)
- Permet d'expliquer l'apparition de « *design* » sans « *designer* » ; toutes les caractéristiques exceptionnelles du vivant ont été façonnées par l'évolution (cellules, organismes, instincts, etc.)
- Permet aussi de relativiser et mettre en perspective de nombreuses caractéristiques prétendument uniques à l'être humain
- Permet notamment de dépasser la dichotomie
 - Nature = violence et inégalités ; culture = justice et coopération (Hobbes)
 - Ou l'inverse, chez Rousseau et le « mythe du bon sauvage »

Une idée encore mal acceptée

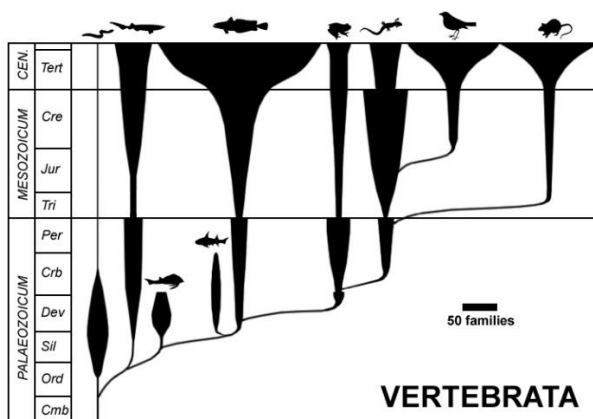
- La guerre entre « évolutionnistes » et « créationnistes » continue de faire rage, en particulier aux États-Unis
- Certains « modérés » acceptent les principes de la théorie mais soutiennent que c'est Dieu qui a créé les premières formes de vie et les « règles du jeu »
- D'autres sont d'accord avec l'évolution uniquement pour le règne animal mais pas pour l'être humain
- D'autres encore soutiennent que l'évolution n'a façonné que le physique et pas l'esprit humain
- Ces limitations sont artificielles et n'ont pas lieu d'être

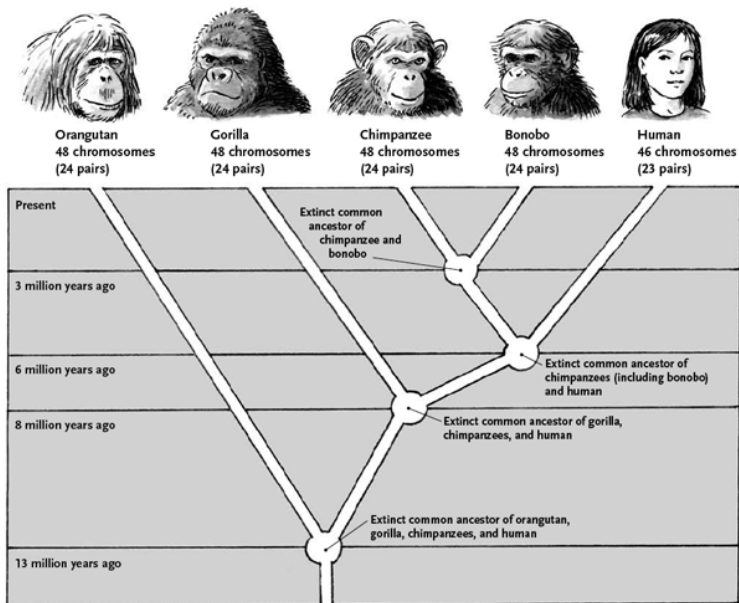
Une idée qui fait peur

- La peur des **dérives** liées à la théorie de l'évolution est en partie légitime (exemple de l'eugénisme)
- Mais la théorie de l'évolution, comme toutes les théories scientifiques, ne fait que décrire le monde de la façon la plus précise possible ; le monde est comme il est, autant le comprendre correctement
- De plus, on peut toujours remettre en question la théorie, ses usages ou ses interprétations
- Il y a aussi beaucoup de mésinterprétations et de méconnaissance
- Amalgame fréquent entre évolution et **déterminisme génétique**, alors que
 - les liens entre gènes et comportements sont complexes (un gène peut être impliqué dans plusieurs comportements ; un comportement est souvent déterminé par plusieurs gènes)
 - l'environnement module l'expression de quasiment tous les gènes ; on peut être à la fois « programmé » pour un comportement agressif dans un certain contexte (instable) et programmé pour la coopération dans un autre contexte (stable)

Origines

- Comme tous les animaux présents sur terre aujourd'hui, nous avons évolué pendant des dizaines de millions d'années (Ma)
- Nos attributs représentent des modifications
 - des grands singes vieux d'environ 10 Ma
 - des primates vieux de 55 Ma
 - des mammifères vieux de 245 Ma
 - des vertébrés vieux de 600 Ma
 - des cellules complexes vieilles de 1'500 Ma





Les caractéristiques-clés de l'être humain

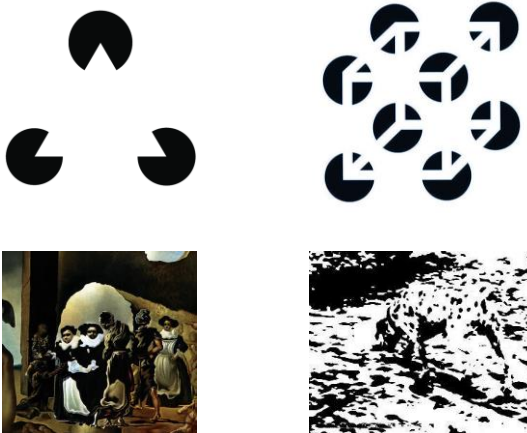
- L'humain est un mammifère avec un gros cerveau, une posture debout et des pouces opposables
- C'est une espèce extrêmement sociale ; un corrélat majeur de cette sociabilité est le langage
- L'intelligence émerge aussi en partie de la sociabilité et va de pair avec des capacités d'anticipation et d'imagination
- Grâce à sa sociabilité, sa main, son langage, son intelligence et son imagination, l'être humain parvient à maîtriser son environnement
- De cette maîtrise émergent l'agriculture et la sédentarité, créant de nouveaux défis et opportunités

Evolution et cognition

- La compréhension de l'esprit peut être améliorée en comprenant ce pour quoi il a été modelé
- L'esprit est adapté à la résolution de problèmes rencontrés par nos ancêtres ; deux conséquences :
 - L'esprit n'est pas forcément adapté aux défis d'aujourd'hui (par ex. les maths, la lecture)
 - La plupart des « biais cognitifs » ont (ou ont eu) une fonction adaptative
- Nos systèmes perceptifs n'ont pas forcément évolué pour nous présenter une description *exacte* du monde, mais plutôt pour nous en donner une description *utile*
- À la base, notre cerveau est fait pour la survie
- La science est un perfectionnement culturel tardif, qui minimise les biais, maximise l'objectivité et la répliquabilité

Patternicité (sens) et agentivité (intention)

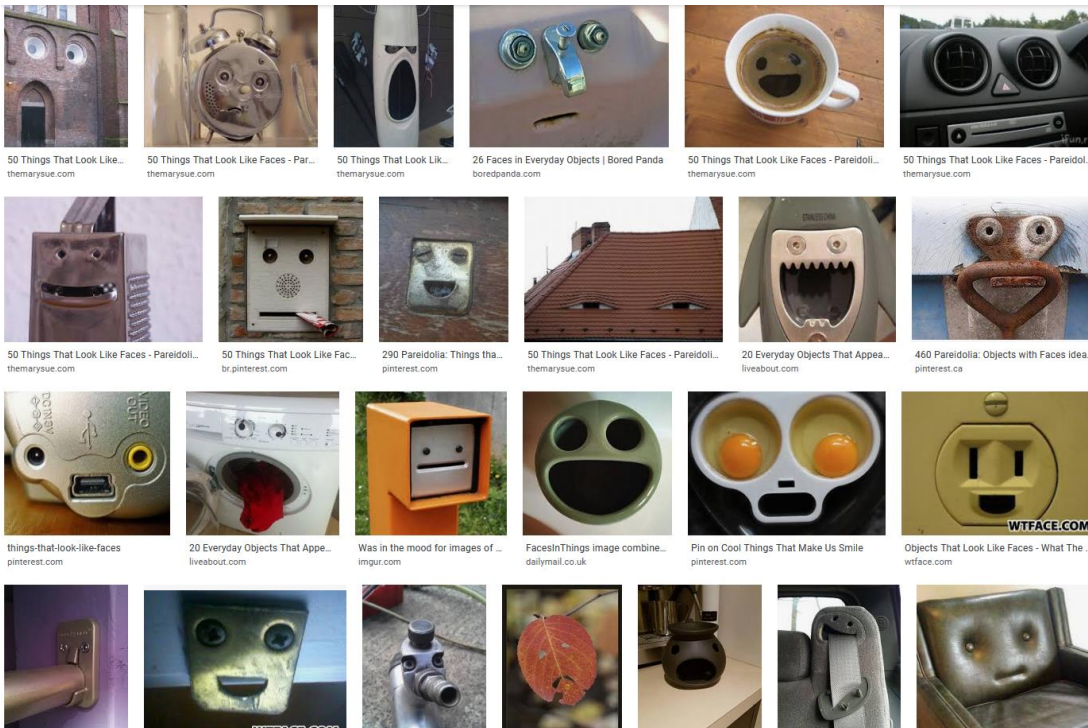
- « Patternicité » : **tendance à la détection de patterns là où il n'y en a pas** ; on voit du « sens » partout.
- L'évolution a favorisé les erreurs de type I :
 - les fausses alarmes sont peu coûteuses (« j'ai cru que c'était un danger, mais c'était juste le bruit du vent dans les feuilles ») ;
 - les détections manquées peuvent être mortelles (« j'ai cru que c'était le bruit des feuilles, mais c'était un tigre à dents de sabre – mince alorghh!.. 𐄂 »)
- Nous avons tendance à plus nous focaliser sur les « occurrences » et négliger les « non-occurrences » ; par ex. on crie à la télépathie le jour où l'on prend son téléphone pour appeler un ami et qu'il nous appelle à cet instant (et on oublie les 10^3 fois où rien de tel ne s'est passé)
- Irrépressible détection de patterns, quelques exemples :



22

- « Agentivité » : **tendance à voir des intentions partout**, même là où il n'y en a pas.
- Provient sans doute du développement considérable chez l'humain de la « théorie de l'esprit », c'est-à-dire de la capacité à se mettre à la place des autres, à comprendre leur point de vue, deviner leur intention, etc. À nouveau :
 - les fausses alarmes sont peu coûteuses (« j'ai cru qu'ils fomentaient un plan contre moi, mais en fait, ils étaient juste en train de préparer le feu »)
 - les détections manquées beaucoup plus (« j'ai cru qu'ils étaient en train de préparer le feu, mais en fait ils fomentaient une trahison dont les conséquences ont divisé par 5 mon succès reproducteur »)

- Irrépressible détection de patterns : d'autres exemples encore plus frappants (**paréidolie**)
=> On voit des expressions faciales partout, car la capacité à lire les émotions des autres (comprendre un sourire, anticiper une menace, etc.) était pendant des milliers d'années en lien très fort avec la survie et le succès reproducteur



- Voir aussi la section « croyances et convictions » dans les vidéos bonus

5. Conclusion : la science du futur

Pertinence de la complexité

- **Approche complexe de l'intelligence et des sciences cognitives** <https://bit.ly/3BBaITr>
Exemple en **neurosciences** : on comprend très bien le niveau des cellules (neurones) et on arrive très bien à associer certaines aires à certaines fonctions (parfois très spécifiques), mais *on comprend mal comment les neurones s'organisent pour créer ces aires, et donc ces fonctions*. Dans ce domaine, les théories de la complexité et des systèmes sont les pistes les plus prometteuses <https://bit.ly/3mrQ0Bk>

- **Théorie cybernétique de la personnalité** ; théorie selon laquelle les traits de personnalité reflètent des « paramètres de mécanismes cybernétiques », c'est-à-dire une *variabilité dans la tendance à adopter tels ou tels comportements pertinents* <https://bit.ly/3qIC8Tn>

Exemples :

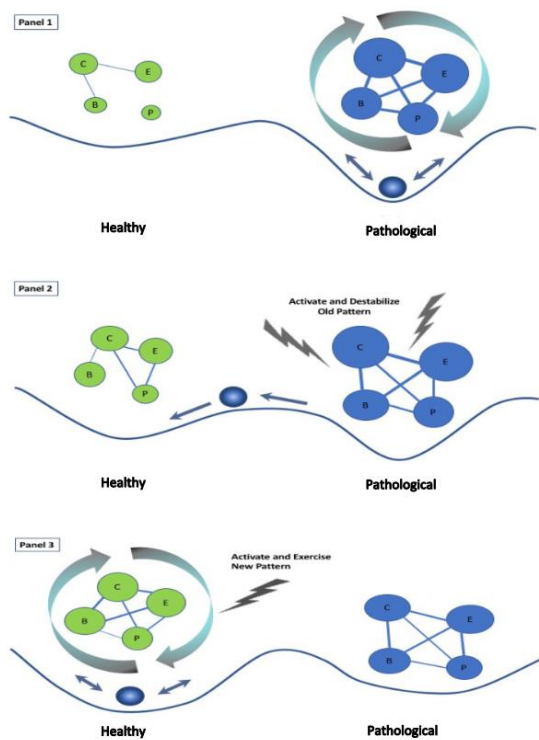
- **Extraversion** : exploration et engagement comportementaux avec des récompenses spécifiques. **Comportement d'approche.** *Une haute extraversion ou une basse extraversion peuvent être utiles, selon les cas.* => Dans un groupe (ou pour la descendance d'un individu), la variabilité de l'extraversion a donc une certaine pertinence.
- **Neuroticisme** : réponses défensives à l'incertitude, à la menace et à la punition. **Comportement de fuite ou d'évitement.** *Un haut neuroticisme ou un bas neuroticisme peuvent être utiles, selon les cas.* => Dans un groupe (ou pour la descendance d'un individu), la variabilité du neuroticisme a donc une certaine pertinence.

- **Approche complexe de la psychopathologie**

<https://bit.ly/3jBljXS> ; <https://bit.ly/3GG7ly7>

Il peut être utile de raisonner par exemple en termes « d'attracteurs » (éléments organisés, interconnectés, qui souvent se renforcent mutuellement) et de « transition » d'un attracteur à un autre ; exemples :

- Un comportement addictif est un attracteur peu souhaitable ; il est le résultat de plusieurs éléments interconnectés (plaisir immédiat retiré avec la substance, fonctionnement social en lien avec la consommation, évitement de toutes sortes de choses désagréables grâce à la consommation du produit, etc.)
- Un comportement abstinent est un autre attracteur, plus souhaitable ; il est aussi le résultat de plusieurs éléments interconnectés (tout ce qui favorise le contrôle, absence des effets indésirables liés à la consommation de la substance addictive, meilleure santé, etc.)
- Un comportement sportif est un autre attracteur souhaitable ; un comportement pro-social encore un autre, etc.
- On peut envisager une thérapie sous l'angle « perturber les attracteurs peu souhaitables » et « favoriser les attracteurs souhaitables » :



- Pour d'autres illustrations et exemples, voir aussi la section « Complexité » dans les vidéos bonus

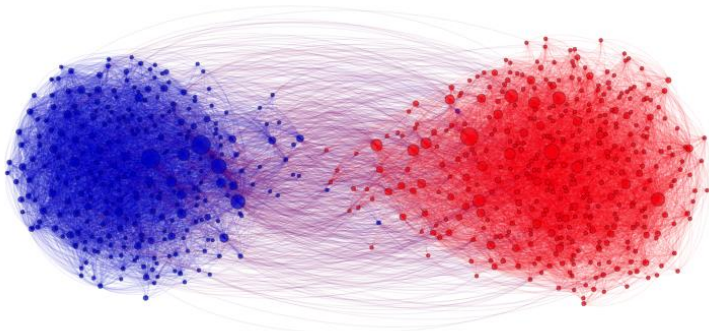
Pertinence de l'interdisciplinarité

- Eviter la pensée en silo, éviter d'être obnubilé par sa propre discipline ; éviter de réinventer la roue
- Eviter les explications monolithiques à l'emporte-pièce (du genre « toutes les pathologies psychiques sont liées à des troubles sexuels réels ou fantasmés »...)
- Eviter d'émettre des hypothèses et de formuler des théories qui sont en contradiction avec d'autres disciplines, en particulier sur la nature humaine (sur l'agressivité inhérente à l'espèce, la bonté naturelle de l'Homme, le dualisme corps-esprit ou encore l'esprit comme table rase) ; éviter d'avoir 2 siècles de retard
- Eviter d'assimiler tous les comportements humains à des choix délibérés et motivés consciemment ; le poids de l'environnement et des situations est considérable
- Voir aussi les sections « choix et décisions » et « conscience » dans les vidéos bonus
- En bref, de nombreux concepts sont clairement interdisciplinaires par nature

- Par conséquent, pour à peu près n'importe quelle question donnée, il est toujours utile d'avoir le point de vue de plusieurs disciplines
- Les différents prismes disciplinaires permettent un éclairage complémentaire sur différentes facettes de problèmes complexes

Pertinence de l'évolution

- Il est possible et important de répondre à cette question : comment l'évolution a-t-elle façonné la psychologie humaine ?
- De plus, au-delà du versant *biologique*, il y a aussi un versant *culturel* ; il y a coévolution entre le biologique et le culturel
- Beaucoup de problèmes contemporains sont issus du clash entre évolution biologique (lente, étalée sur les derniers millions d'années) et évolution culturelle (très rapide, en quelques milliers d'années) :
 - Mode du bronzage et cancer de la peau
 - Obésité et consommation de sucre/gras/salé
 - Addiction et circuit de la récompense
 - Croissance économique effrénée et nature inextinguible du désir de « toujours plus, toujours mieux, toujours moins cher »
- Il y a aussi une convergence entre science de la complexité, évolution et d'autres disciplines ; par exemple, la « science des réseaux », qui synthétise des éléments de complexité, d'évolution et de comportement collectif (en partie empruntés à l'éthologie et la sociobiologie)
- Les systèmes humains peuvent être étudiés avec beaucoup de recul grâce à ce genre d'approche ; <https://bit.ly/3na5jO2>



- Voir aussi les vidéos des sections « Evolution biologique », « Evolution culturelle », « Ethologie » et « Cerveau » dans les vidéos bonus

La science du futur

- Probable convergence entre psychologie, économie, biologie et écologie
- La notion transversale de « **systèmes adaptatifs complexes** » semble essentielle
- La science de la complexité affirme sa pertinence ces dernières années
 - Crise du covid et « Governance in the age of complexity » <https://bit.ly/3eJbHZ9>
 - Découvertes récentes sur l'importance de l'environnement, du microbiote <https://bit.ly/3CATXJq>
 - Crise des écosystèmes, liens entre écologie et santé, cf. mouvement « One health » <https://bit.ly/3ioozVG> ; <https://bit.ly/2Z8wv7z>
- Au-delà de cette intégration, chaque discipline va probablement produire toujours plus de connaissances toujours plus vite (c'est du moins la tendance des derniers millénaires, même si toute projection reste hasardeuse)
- Comment faire pour gérer tout ça ? Cf. le dernier cours !