

Les principes du vivant



Licence Creative Commons – pas d'utilisation commerciale et partage dans les mêmes conditions 

Un jeu réalisé par

HEP EDUCATION
Humaines Entrepreneuriales Professionnelles

**Institut +
des Futurs
souhaitables**


CEEBIOS

Les principes du vivant

LA VIE S'AUTO-ORGANISE



Les structures géométriques des coquillages ne suivent pas les plans d'un architecte mais expriment l'information codée génétiquement. Elle résulte de l'évolution et est influencée dans son expression par les interactions avec l'environnement. Ces structures se développent en suivant des lois de croissance simples mais qui amènent à des formes complexes et performantes.

La vie s'auto-entretient

Le vivant a tendance à se construire, s'assembler, se structurer, s'entretenir et se réparer de manière autonome. Un arbre pousse ainsi à partir d'une graine. Il se répare et s'entretient sans qu'un agent extérieur n'ait besoin de le faire pour lui. Cette auto-organisation est une des caractéristiques fondamentales de tous les systèmes vivants.

La ronde de l'empereur

Les manchots empereurs en Antarctique se réunissent en masse compacte pour se réchauffer. La température est très élevée au centre de cette masse et très froide sur les côtés. Une rotation des manchots se fait naturellement entre l'intérieur et l'extérieur leur permettant ainsi de survivre à des températures glaciales.

La vie cicatrise ses blessures

La vie a développé de nombreuses astuces pour se protéger des tourments que peut lui faire subir son environnement. Si certaines espèces se protègent par exemple avec des carapaces, toutes ont la capacité de se régénérer, se réparer ou à minima cicatriser.

Pistes de réflexion

Quels partenariats ou procédures pouvez-vous mettre en place pour faciliter l'auto-organisation ? En temps de crise ou de choc, quels mécanismes existent ou peuvent être imaginés favorisant l'auto-réparation ?

Les principes du vivant

LA VIE UTILISE LES DÉCHETS COMME RESSOURCES

La vie ne connaît pas la notion de déchet

Dans les écosystèmes, tout devient ressource. Dans les forêts, tous les éléments qui tombent sur le sol enrichissent l'humus et deviennent ressources pour toutes les espèces environnantes.

Les mille et un usages des feuilles

L'humain cherche encore à recycler ses panneaux solaires alors que les feuilles des arbres sont à la fois d'incroyables capteurs d'énergies solaires et des denrées comestibles. La question du "recyclage" est ici intégrée dès le départ. Un conseil : goûtez les jeunes feuilles de tilleul avec une bonne vinaigrette, c'est excellent.

Pistes de réflexion

Un déchet peut prendre de nombreuses formes et peut être valorisé sous de nombreuses autres.

Rappelez-vous que les déchets des arbres servent les sols.

Comment penser à l'échelle de votre écosystème ?

Comment vos déchets peuvent-ils servir à d'autres finalités ou à d'autres personnes ? Comment privilégier le reconditionnement et la ré-utilisation ?

Les principes du vivant

LA VIE S'AUTO RÉPARE



La vie cicatrise ses blessures

La vie a développé de nombreuses astuces pour se protéger des tourments que peut lui faire subir son environnement. Si certaines espèces se protègent par exemple avec des carapaces, toutes ont la capacité de se régénérer, se réparer ou à minima cicatriser.

Le lâcher prise du lézard

L'autotomie est la capacité qu'ont certains animaux de perdre une partie de leur corps volontairement, en particulier certains reptiles et invertébrés. De nombreux lézards abandonnent ainsi leur queue entre les mains d'un prédateur. Celle-ci repousse ensuite après quelques semaines.

L'auto médication de l'hévéa

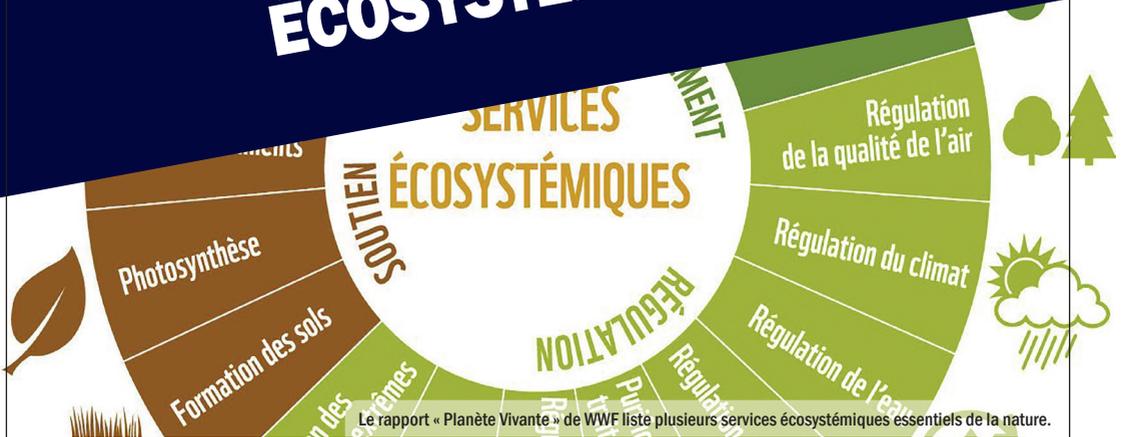
Les plantes disposent également de systèmes d'auto-réparation. Le latex de l'hévéa contient dans son écorce des capsules qui se cassent au contact de l'air quand l'arbre subit une lésion. Ces capsules laissent sortir l'hévéine, aux vertus coagulantes, qui vient alors réparer son écorce tout naturellement.

Pistes de réflexion

Comment anticiper les "accros" et introduire des mécanismes de réparation ? Comment identifier les "blessures" pour les réparer rapidement ou pour qu'elles s'auto-réparent ?

Les principes du vivant

LA VIE REND DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES



La vie favorise... la vie

Certaines espèces vivantes rendent des services à leurs environnements car l'évolution les a poussé à mettre en oeuvre des stratégies utiles à leurs voisins. L'interaction des espèces dans les écosystèmes permet de fournir de nombreux services indispensables assurant besoins physiologiques (alimentation et eau), épuration et régulation, substances médicinales et même régulation du climat. C'est le cas des plantes qui enrichissent en azote les sols.

Le ver de terre, essentiel à la Terre

En creusant leurs galeries, les vers de terre, laboureurs par excellence, aèrent les sols et les enrichissent. Ils jouent aussi un rôle essentiel dans la transformation de la matière organique inerte en éléments minéraux utilisables par les plantes.

Les réseaux sociaux des champignons

De part leur large réseau racinaire, les champignons stabilisent et structurent les sols, en empêchant ainsi l'érosion. Ils fournissent par ailleurs des sels minéraux aux arbres qui, en échange, leur donnent des sucres. Les mycéliums (parties immergées de certains champignons), connectent même les racines des arbres entre-elles afin de favoriser leurs échanges.

Pistes de réflexion

En quoi votre organisation ou votre mode de vie dépend de services fournis par les écosystèmes ? Comment pourriez-vous contribuer à en fournir également ? Et à restaurer ceux qui ont été dégradés ?

Les principes du vivant

LA VIE MISE SUR LA COOPÉRATION ET LA SYMBIOSE

La vie sait être solidaire

Le vivant a tendance à largement développer des principes de coopération et de symbiose dans un environnement sous contrainte. On parle aussi de coopération : une coopération d'opportunités entre des espèces qui, par ailleurs, peuvent être concurrentes. Les symbioses sont des coopérations mutuellement bénéfiques.

Les multiples partenariats du vivant

En s'appuyant sur les branches d'un arbre, la fougère aigle économise de l'énergie pour développer ses feuilles plutôt que son tronc. En échange, elle protège l'arbre des UV et limite sa perte en eau. Le poisson clown donne son surplus de nourriture à l'anémone de mer en échange de sa protection... Contrairement à une première intuition, en période de rareté de ressources, ce n'est pas la compétition mais la coopération qui est la stratégie la plus payante !

Les amibes : de l'individuel au collectif

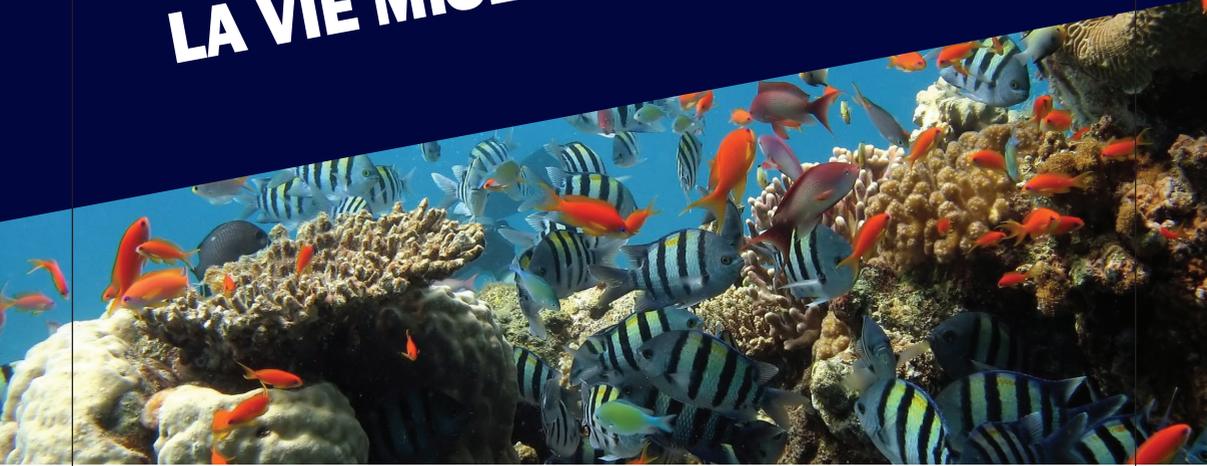
Les amibes sont des micro-organismes vivants qui, en période d'abondance de ressources alimentaires, peuvent vivre de façon autonome. Lorsque la pénurie alimentaire se fait sentir, les amibes se réunissent localement pour ne former plus qu'un macro-organisme, composé d'un millier d'individus, capable de se déplacer comme une limace vers une zone où la nourriture est plus abondante. Une fois les ressources alimentaires retrouvées, elles se sépareront à nouveau et le cycle recommencera.

Pistes de réflexion

Imaginez les symbioses pouvant être mises en place entre votre organisation et d'autres acteurs. Voyez-vous des possibilités de coopération avec vos concurrents ?

Les principes du vivant

LA VIE MISE SUR LA DIVERSITÉ



La vie mise sur la diversité des espèces

Les écosystèmes les plus résilients sont ceux composés d'une grande diversité d'espèces. Plusieurs d'entre-elles vont ainsi rendre les services supports nécessaires au maintien de la résilience.

Deux valent mieux qu'un !

Au sein des écosystèmes coralliens, les poissons brouteurs et les oursins mangent tous les deux des algues et endiguent ainsi leur prolifération excessive. Si l'une de ces deux espèces vient à subir une crise, notamment à cause de l'activité humaine, l'autre peut ainsi continuer à maintenir l'équilibre de l'écosystème.

Culture durable

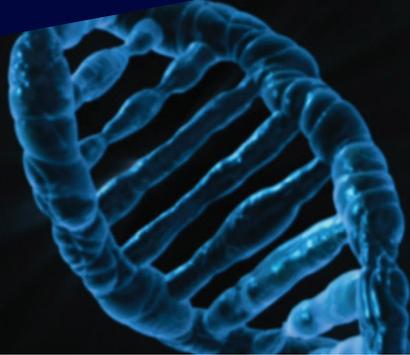
Les cultures qui mélangent les espèces sont plus résistantes aux attaques de maladies et semblent mieux perdurer dans le temps. Ce principe est utilisé en permaculture à travers la technique du compagnonnage : il s'agit d'associer certaines plantes entre-elles pour obtenir de belles récoltes sans engrais chimiques. À titre d'exemple, les légumineuses enrichissent le sol en azote. Il est conseillé de les associer à des plantes comme la tomate ou les cucurbitacées, qui ont besoin de cet apport.

Pistes de réflexion

Comment dans votre organisation pouvez-vous mieux intégrer les diversités ?
Avez-vous une vision des fonctions essentielles à votre résilience ?
Comment la diversité peut enrichir votre stratégie de résilience et d'innovation ?

Les principes du vivant

LA VIE S'ORGANISE GRÂCE À L'INFORMATION



La vie : data manager par excellence

Nous ne sommes pas les premiers à avoir fait de l'informatique : le vivant récolte en permanence des informations, les traite et les stocke selon ses besoins, pour finalement, ajuster ses actions en conséquence. Nos technologies digitales dépendent, elles, de terres rares et du pétrole alors que celles du vivant sont 100% éco-compatibles et basées sur des éléments abondants.

La danse GPS

Une abeille éclaireuse trouve une source de nourriture et transmet alors l'information aux butineuses. Elle se renseigne sur la nature du butin grâce à l'odeur du pollen et au nectar rapporté. Elle danse pour indiquer la direction des fleurs (ses mouvements donnent l'orientation par rapport au soleil et son rythme, la distance). La fleur, elle-aussi, par les couleurs et ses odeurs, donne des informations qui visent à attirer les pollinisateurs.

Des poils pour radar

Le grillon, grâce à des poils sur ses pattes, capte les transformations de l'air environnant induites par un prédateur et ses muscles se bandent automatiquement pour s'échapper.

Pistes de réflexion

Comment mettre en place un partage efficace de l'information, par exemple, afin de moins dépenser en ressources ou optimiser des coopérations ? Comment faire comme le vivant pour avoir de l'information sans dépendre de ressources rares minérales ou dépendantes des hydrocarbures, comme c'est le cas pour nos technologies digitales ?

Les principes du vivant

**LA VIE NE SUREXPLOITE
PAS SES RESSOURCES**



La vie en circuit court

Toujours adapté à son milieu et son environnement, le vivant consomme de manière locale ce qu'il lui est nécessaire pour perdurer. Le vivant n'utilise par exemple que les matériaux les plus abondants (carbone, hydrogène, azote, oxygène, phosphore et soufre) ce qui lui permet de se développer dans de nombreux environnements. Il ne se met pas en situation de dépendance sur une ressource limitée.

Le caribou, très bon gestionnaire

Le caribou assure une gestion raisonnable de ses ressources entre l'hiver et le printemps. En hiver, il se nourrit de lichen au sol ou sur les arbres, source d'alimentation à forte teneur énergétique. À la fonte des neiges au printemps, il passe à la végétation riche en azote et se fait de nouvelles réserves en protéines.

Régulation pragmatique des naissances

Les arbres feuillus d'un même secteur fleurissent et fructifient seulement une fois tous les deux ou trois ans. Les sangliers et chevreuils sont friands de glands et de faines issus de ces arbres. Comme il n'y a pas à manger tous les ans, ils limitent leurs portées et par conséquent la consommation future. Lors de l'année de fructification, il restera suffisamment de graines qu'ils n'auront pas dévorées et qui pourront germer.

Pistes de réflexion

Quelles sont vos ressources et comment les exploitez-vous ?
Quels risques si vous sur-exploitez ?

Les principes du vivant

LA VIE EST RÉSILIENTE



La vie sait jouer avec le feu

Le vivant rebondit après un choc. Il a développé des astuces pour mieux se “relever”, pour se “relancer”, pour revenir à son état initial ou à un nouvel état, parfois meilleur que le précédent.

Plus fort que des flammes

Le séquoia résiste au feu sans dommages, ignifugé par son écorce épaisse et dépourvue de résine inflammable. De plus, il accompagne la résilience de la forêt car il produit des petits cônes (ses fruits) qui ne s’ouvrent qu’après une forte élévation de la température. Il relâche ainsi ses graines dans les cendres, qui les protègent et lui offrent un terrain particulièrement fertile. Rien de mieux pour redémarrer la dynamique forestière après un incendie.

La relecture de la fable de La Fontaine

Comme La Fontaine nous le rappelle, le roseau, flexible, plie et ploie sous le vent mais reviendra ensuite à son état initial. Cependant, pour le grand et fier chêne déraciné, La Fontaine a oublié de mentionner tous les glands emportés aux quatre coins de la forêt par les vents, qui vont ensuite ouvrir la voie à de nombreuses pousses.

Pistes de réflexion

La résilience peut prendre de nombreuses formes, quelles peuvent être les vôtres ? Quels sont vos chocs possibles et comment y faire face ? Comment faire de ces chocs une opportunité et mieux les anticiper, les accompagner ?

Les principes du vivant

LA VIE SE CONSTRUIT PAR ADDITION

La vie commence toujours petit

Contrairement à des sculptures que l'on produit souvent par extraction de matière, le vivant part de petit et se construit par additions successives : d'une cellule à un individu.

Du bébé à l'adulte

La mitose est le processus de division cellulaire qui permet la formation de deux cellules filles strictement identiques génétiquement à la cellule mère. Ainsi les espèces grandissent en augmentant leur nombre de cellules au fur et à mesure.

Pas de schéma prédéfini dans l'oeuvre du vivant

Deux arbres de la même espèce n'auront jamais la même apparence selon la disposition des roches entre leurs racines, les murs qui leur bouchent l'accès aux rayons du soleil ou l'orientation des vents. Le processus de construction par addition leur permet de s'adapter à leur environnement.

Pistes de réflexion

Que vous inspire cette stratégie si vous l'adaptez à votre contexte de résolution de problématique ?
Quelles seraient les additions successives pertinentes dans vos constructions ?

Les principes du vivant

LA VIE CHOISIT ENTRE ADAPTÉ ET ADAPTABLE

Être très efficace ou flexible ?

Le vivant diversifie souvent le nombre de services qu'il rend ou le nombre de fonctionnalités dont il dispose plutôt que d'être hyper performant dans un seul domaine. Certaines espèces se spécialisent dans quelques domaines mais au détriment de leur flexibilité face à des changements. Les espèces qui choisissent la flexibilité sont moins efficaces mais ont accès à des milieux très divers.

Une bonne sueur

Nous ne serons jamais aussi bon qu'une gazelle ou un guépard à la course mais l'apparition de la sudation nous a permis de rafraîchir notre corps et de courir très longtemps si nous avons de l'eau. Ce n'est pas le cas de la gazelle qui est obligée de s'arrêter au bout d'une longue course car elle surchauffe.

La feuille contre le panneau solaire

Le rendement d'une feuille (1 à 2 %) est plus faible que celui de nos panneaux solaires (environ 20%). En revanche, les feuilles des plantes fonctionnent dans des conditions plus variées et elles rendent bien d'autres services, comme traiter l'air en captant le carbone, gérer l'eau... sans compter qu'elles sont totalement recyclables !

Pistes de réflexion Quelle serait votre stratégie si vous deviez trouver un compromis entre efficacité et agilité ?
Sur quoi pourriez-vous être moins performant pour gagner en optimisation ou diversification ?

Les principes du vivant

LA VIE FIXE LE CARBONE



La vie est carbone

Loin d'être un déchet encombrant pour l'atmosphère, le carbone est pour les systèmes vivants une brique de base. Toute matière organique, tant qu'elle ne se décompose pas, fixe et stocke le carbone. Certaines espèces s'appliquent même à extraire complètement le carbone de l'atmosphère (par dissolution dans l'eau ou bio-minéralisation).

Pas de falaises sans carbone

Les falaises blanches de Douvres et d'Étretat sont majoritairement composées de craie, résultat du dépôt pendant des millions d'années de « coccolithes », des plaquettes calcaires qui entouraient pendant leur vie des algues unicellulaires. Les coccolithes ont coulé au fond de la mer à la mort de ces algues. Ces falaises sont donc de grandes réserves de carbone minéralisé et stocké pour des millénaires.

Régénération carbonique

Le vivant est une économie qui ne se contente pas de réduire les émissions de carbone mais le fixe et le stocke, parfois, sur des temps géologiques. À travers notre exploitation des hydrocarbures et du charbon, nous allons à l'opposé d'une grande tendance du vivant.

Pistes de réflexion

Comment transformer vos déchets en ressources utiles ? Comment pourriez-vous exploiter les "déchets" de vos voisins ? Demain, pourquoi pas un bâtiment carbone négatif ?

Les principes du vivant

LA VIE SE DÉVELOPPE SOUS FORME DE SYSTÈMES CLOS... MAIS OUVERTS



La vie s'organise dans des limites

Le vivant se construit avec des frontières, des limites, mais qui permettent toujours de communiquer avec l'environnement extérieur. La notion de « frontière » peut aller d'une membrane d'une cellule, à la peau d'un corps mais également à la limite d'une forêt ou d'un récif de corail. C'est souvent aux frontières des écosystèmes (écotones) que l'on observe les plus grandes diversités d'espèces.

Quand la peau transmet l'info

La peau permet la transmission d'informations entre le corps et le monde extérieur grâce à de nombreuses terminaisons nerveuses et récepteurs qui assurent la réception des stimuli tactiles, thermiques et chimiques. Cette même peau sert à la régulation de la température et l'hydrométrie du corps et nous permet de maintenir notre intégrité physique. Saviez-vous que la peau d'un adulte héberge en moyenne mille milliards de bactéries de plus de 500 espèces différentes ?

La richesse de la frontière

Un écotone est une zone de transition écologique entre deux écosystèmes : par exemple, le passage de la savane à la forêt ou le passage d'une plaine alluviale à une zone non inondable. Cette zone est généralement très riche en biodiversité car elle abrite des espèces propres à ce milieu de transition mais aussi des espèces appartenant à chacun des écosystèmes le bordant.

Pistes de réflexion

La notion de « membrane » peut également s'appliquer à un groupe social ou une organisation. L'enjeu est alors de définir ce qui permet de créer une « membrane » symbolique tout en permettant les échanges, la diversité et donc le renouvellement.

Les principes du vivant

LA VIE A DES CYCLES ADAPTATIFS



La vie grandit

Le vivant ne saute pas les étapes. La vie a des stades d'évolutions qu'elle ne peut transgresser. En évoluant par étapes, elle s'adapte à son environnement et peut être résiliente. Certaines stratégies sont valables pour toutes les étapes, d'autres dépendent du stade de développement

Petite prairie deviendra grande

Sur un champ vierge, la végétation se développe par étapes : d'abord une prairie, des grandes herbacées, une lande arbustive et finalement une forêt dense (climax = phase de développement mature). Chaque étape est respectée et a ses propres règles. Suite à une crise, un autre cycle peut alors survenir, qui respectera à nouveau ces étapes mais pourra aboutir à un climax différent et enrichi.

De l'ovocyte au tombeau

Un humain suit, comme toutes les espèces vivantes, un cycle de développement : ovocyte et spermatozoïde, bébé, jeunesse et maturité. Et comme tous les systèmes vivants, il est amené à s'éteindre.

Pistes de réflexion

Dans votre contexte, quelle forme prendrait ces cycles adaptatifs ?

Quels risques si vous sautez les étapes et passez d'un stade pionnier à votre climax ?

Les principes du vivant

LA VIE SE SYNCHRONISE



La vie en rythme

Une multitude de synchronisations dans le temps et dans l'espace sont observables dans le vivant : des murmurations des oiseaux aux chœurs lumineux des lucioles ; de la floraison synchronisée des arbres avec le passage des insectes pollinisateurs en migration au rythme de la marche d'un troupeau... d'humains.

L'éveil du printemps

Le vivant se synchronise, à toutes les échelles : molécule, individu, écosystème. Au printemps, toutes les espèces s'éveillent au même moment en captant notamment les changements de température et de luminosité.

La communication stigmergique des fourmis

La stigmergie fait référence à une méthode de communication indirecte entre les individus : ils échangent entre-eux en modifiant leur environnement. Les fourmis communiquent ainsi en déposant des phéromones derrière elles pour que d'autres fourmis puissent suivre la piste jusqu'à la nourriture ou la colonie en fonction des besoins.

Pistes de réflexion

Sur quoi êtes-vous synchronisés sans même l'avoir planifié ?

Quels sont les signaux qui vous amènent à vous synchroniser collectivement ?

Les principes du vivant

LA VIE ADAPTE SA FORME À LA FONCTION



Le vivant se métamorphose

Le vivant a aussi tendance à se métamorphoser pour s'adapter à son environnement.

De la chenille au papillon

Tous les papillons ont été des chenilles et passent par une phase de transformation radicale appelée « chrysalide ». Ses structures et ses formes sont alors complètement différentes mais il s'agit pourtant bien du même individu. Par l'évolution drastique de ses formes, l'insecte acquiert de nouvelles fonctions : la capacité de voler mais aussi d'utiliser d'autres types de nourritures.

L'arc-en-ciel du caméléon

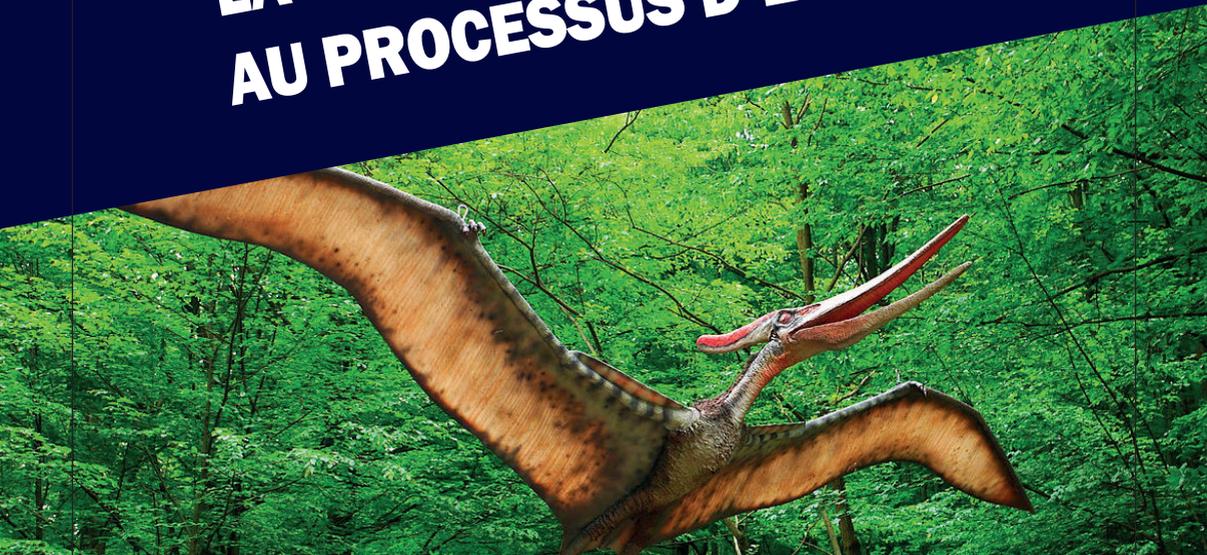
Le caméléon dispose de plusieurs cellules pigmentaires (les chromatophores), chacune étant responsable d'une couleur. Il change de couleur en situation de stress ou de peur. Cette action est possible grâce à la contraction de ses muscles qui déforme les cellules pigmentaires

Pistes de réflexion

Quels sont les phénomènes qui vous amènent à vous adapter en changeant vos structures ou vos modes d'organisation ?
Comment assurez-vous cette adaptation ?
Qu'est-ce qui mériterait de changer de "forme" pour conserver l'équilibre avec votre écosystème ?

Les principes du vivant

LA VIE SE STRUCTURE GRÂCE AU PROCESSUS D'ÉVOLUTION



La vie est stratégique

L'évolution consiste en une dynamique entre création de nouveautés dans le vivant et la sélection des meilleures stratégies du fait des pressions venant de l'environnement.

Utile ou mourir

L'apoptose est le processus par lequel des cellules se détruisent sous l'impulsion d'un signal. C'est ainsi que le têtard quand il se transforme en grenouille voit sa queue régresser. Si le système renvoie à la cellule son absence d'utilité, elle disparaît.

Envole moi...

Les premières ailes apparues chez certains dinosaures auraient été utilisées dans le cadre de parades sexuelles ou pour la thermorégulation. Leur rôle dans le vol serait apparu bien plus tard, suite à un détournement de leur fonction première. C'est un processus d'exaptation : une adaptation sélective ne remplissant pas les fonctions qui lui étaient initialement attribuées mais permettant de nouvelles fonctions.

Pistes de réflexion

Quel regard porter sur vos processus d'évolution ?

Quelles sont les structures dont vous disposez qui pourraient être utilisées autrement (c'est à dire avec d'autres fonctions) pour résoudre des défis à venir ?