

Steve Read

LE GÉNIE DE LA PERMACULTURE

Démarche, contexte, méthode et ingénierie



SOMMAIRE

PRÉAMBULE	13
INTRODUCTION.....	17
PARTIE 1 : LES PRINCIPES DE LA PERMACULTURE.....	21
Chapitre 1 : Les principes éthiques.....	22
Prendre soin de la Terre	23
Prendre soin des êtres humains	23
Créer des surplus et les redistribuer	24
Éthique de la vie : préserver la vie	25
Chapitre 2 : Les principes généraux.....	25
Principes d'attitude.....	26
Principe de questionnement	34
Principes de design (conception).....	40
PARTIE 2 : COMMENT CRÉER UNE CONCEPTION EN PERMACULTURE ?.....	49
Chapitre 1 : Le processus de conception permaculturelle	50
Chapitre 2 : Projet de permaculture en ville.....	50
Analyse	50
Conception.....	59
Mise en œuvre	62
Entretien	62
Conception et mise en œuvre pour le projet en ville.....	63
Formation du groupe et organisation du mode de fonctionnement.....	64
Les difficultés rencontrées par le projet	69

PARTIE 3 : GÉRER LES ÉLÉMENTS71

Chapitre 1 : L'eau	72
Conception.....	75
Stratégies pour la gestion de l'eau.....	79
Stockage de l'eau	86
Chapitre 2 : Le sol	97
Les éléments du sol	98
Réhabilitation d'un sol.....	103
Chapitre 3 : L'énergie	119
Électricité	120
Panneaux photovoltaïques	121
Éoliennes.....	123
Micro-hydroélectrique.....	123
Autres formes d'énergie.....	127
Chapitre 4 : Les microclimats	130

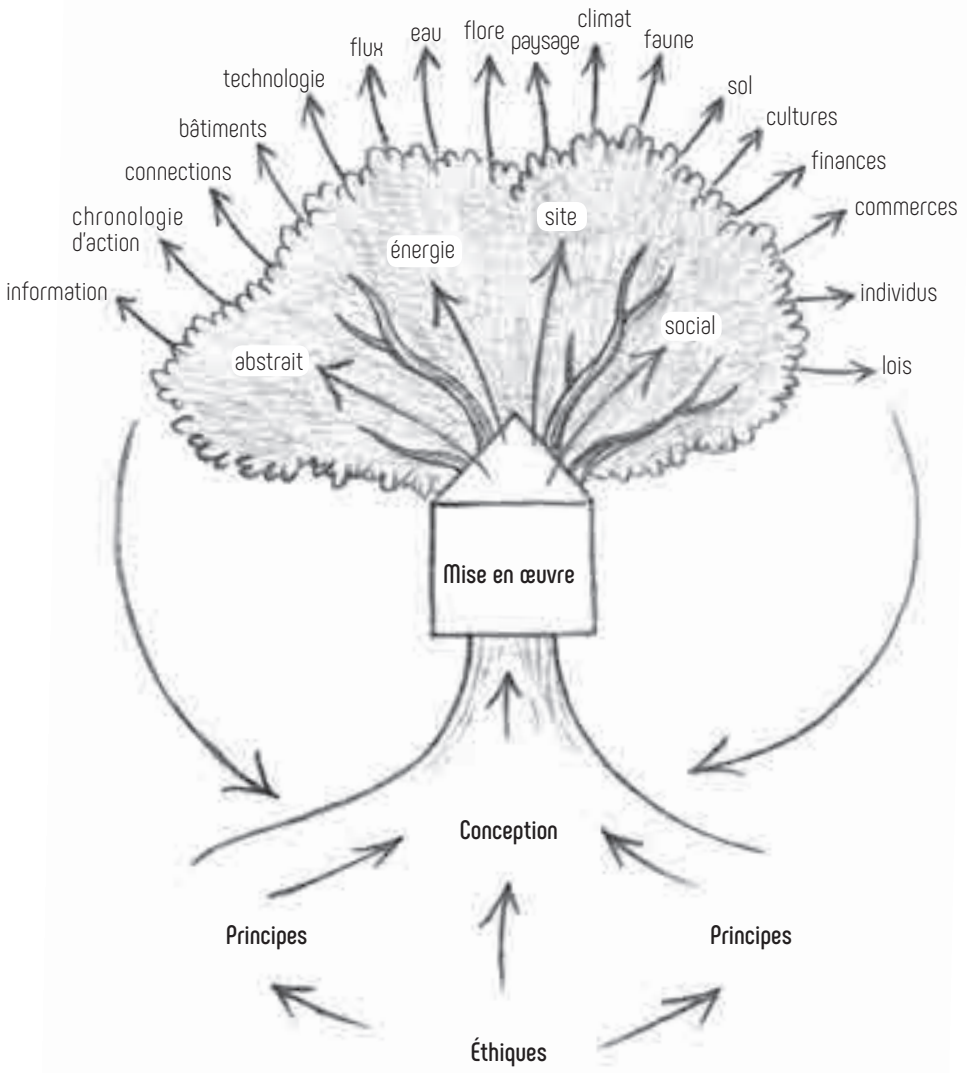
PARTIE 4 : À CHAQUE ÉCHELLE 133

Chapitre 1 : Les habitats	134
Adapté au climat	134
Adapté aux gens et à leur culture.....	137
Confortable et ergonomique.....	137
Multifonctionnel	138
Esthétique	138
Autonome autant que possible en énergie, en eau et dans le traitement des déchets.....	138
Avec un minimum d'empreinte écologique	138
Chapitre 2 : Les lotissements, hameaux et villages	140
Chapitre 3 : Les villes	143
L'agriculture urbaine	148
Les monnaies complémentaires.....	149
Réhabilitation de l'immobilier.....	150
Chapitre 4 : Les biorégions	151

ANNEXES	153
Annexe 1 : D'autres principes de la permaculture	154
Principe de tension (stress) et d'harmonie	154
Principe de stabilité et d'équilibre, principe d'interdépendance	155
Principes de formes (<i>patterns</i>)	156
Principe de désordre	158
<i>Patterns</i>	159
Annexe 2 : Glossaire	164
Annexe 3 : Fiches de bilan	170
Annexe 4 : Vos prochains pas	180
Cours certifié de conception en permaculture	180
Une infrastructure d'entraide et de soutien de la permaculture en France	181
Annexe 5 : La permaculture dans le monde	183
Annexe 6 : La Messicole	187
L'association	187
Les activités ouvertes au public	187
Les projets	188

La permaculture est un art :
on observe, on connecte, on conçoit des systèmes.

La permaculture est une science :
on recherche, on expérimente, on teste,
on améliore des systèmes grâce à l'observation des résultats.



PRÉAMBULE

Nous utilisons mal cette planète, ses habitants et ses ressources. Nos sociétés et leurs systèmes de production, de consommation et d'élimination des déchets détruisent les ressources qui nous sont nécessaires, ainsi qu'à tous les êtres qui peuplent cette Terre. Nous utilisons des quantités énormes de ressources à seule fin de prolonger la vie de nos sociétés où règnent l'injustice, l'inégalité, la violence et la guerre. La permaculture est née de ce constat, mais aussi de l'idée que nous pouvions faire mieux. Nous sommes une espèce « intelligente » qui devrait être capable d'organiser ses activités tout autrement.

Nous pouvons dire que la permaculture engendre un changement de paradigme. Dans cette nouvelle approche, plusieurs aspects importants doivent être pris en compte :

- Rien n'est binaire, tout est contextuel.

Prenons l'exemple du neuropeptide ocytocine, souvent appelé « hormone du bonheur ». Il peut dans certains contextes susciter chez quelqu'un, au sein de son « clan », l'empathie et la générosité ; à l'inverse, dans d'autres situations, la même hormone peut induire un comportement violent pour la défense du groupe. Les divisions dans nos sociétés, parfois invisibles, engendrées par des façons de penser « binaires », n'ont la plupart du temps aucun sens. La division homme/femme, qui masque les multiples facettes propres à chaque être humain, est souvent utilisée pour justifier la discrimination d'une partie de la population. Une telle discrimination est couramment basée sur des *a priori* erronés ou des mensonges, comme par exemple le fait que les « hommes » seraient meilleurs que les « femmes » en mathématiques. Il faudrait plutôt parler d'un continuum : en soi, le genre ne donne aucun indice quant aux aptitudes des individus.

- L'univers est complexe. Toutes les choses sont interconnectées et interdépendantes. Dans les systèmes complexes, les rétroactions ne sont ni simples, ni linéaires.

Prenons l'exemple de la peste bovine, transportée en Afrique par des vaches européennes : cette maladie a infecté la population endémique de gnous, réduisant leur nombre et favorisant à l'inverse la croissance

de l'herbe. L'élimination de la peste bovine chez les vaches a permis de réduire le nombre de gnous infectés ; avec ce regain de population, l'herbe s'est de nouveau raréfiée, laissant la place à davantage d'arbres et réduisant d'autant les incendies.

Autre exemple : aux États-Unis, de plus en plus de personnes sont touchées par la maladie de Lyme, transportée par des tiques (*Ixodida*) ; ces dernières sont infectées en suçant le sang de souris, de musaraignes ou de tamias, qui sont eux-mêmes la proie des renards. Or, la population des renards a diminué dans le Nord-Est et le Midwest, car ils ont pour prédateurs les coyotes, de plus en plus nombreux. Moins de renards implique une augmentation du nombre des souris, musaraignes et autres tamias, et donc des tiques infectées.

Autre exemple : le pôle Nord avançait d'environ 2 cm par an en direction du sud jusqu'en 2005, date à laquelle il a commencé à se déplacer vers l'est. C'est une conséquence inattendue du réchauffement climatique provoqué par nos émissions de gaz à effet de serre.

Voici mon parcours permaculturel en France.

J'ai habité en Angleterre pendant un certain temps, puis suivi un stage de permaculture au Pays de Galles en 1992. Basé à Londres, je suis devenu spécialiste de permaculture urbaine, avant d'obtenir deux ans plus tard mon diplôme de permaculture appliquée. Peu après, j'ai pris en main la gestion d'une ferme de 10 ha dans le Sud de l'Angleterre. Enfin, en 1998, nous nous sommes installés, Cloé Le Goïc, nos deux enfants et moi-même, sur un petit terrain de presque 1 ha en Bretagne.

En 1985-1986, il y avait deux formations de permaculture en France, organisées par Emilia Hazelip avec l'aide d'Andy et Jessie Darlington. Par la suite, les Darlington ont créé leur ferme dans les Pyrénées. Emilia s'est lancée dans le partage de son approche culturelle, appelée « jardinage synergétique »¹. Malgré tous ces efforts, en arrivant en France j'ai pu constater que la pratique de la permaculture, en pleine expansion dans d'autres pays européens, restait encore très peu connue. Comme j'étais – et suis toujours – passionné par cet approche, j'ai décidé de la vulgariser en France.

En 1999, j'ai commencé à donner des formations et à proposer des conférences. Au début et pendant quelques années, j'étais déjà bien content quand mon stage attirait une dizaine de participants. En 2008, à la suite d'une rencontre au cours d'un de mes stages, Pascal Depienne et ses amis ont initié un réseau permaculturel, Brin de Paille, dont je suis membre fondateur. L'année

1. Emilia nous a malheureusement quittés en février 2003. Son ouvrage *Agricoltura sinergica. Le origini, l'esperienza, la pratica* a été publié en 2014 chez Terra Nuova.

suivante j'ai créé l'Université populaire de permaculture, avec pour objectifs de regrouper les professionnels du secteur en France et de faire en sorte que les stages et cours proposés soient de bonne qualité, donnés par des personnes qualifiées et expérimentées, et à un prix abordable.

Aujourd'hui, si je fais le compte de ces dix-huit années, j'ai donné environ 160 formations de 10 à 12 jours, pour la plupart en France, et plus de 3 000 personnes ont assisté à mes stages. Peut-être en partie grâce à ces efforts, la permaculture est à présent assez bien connue ici. On trouve le mot, bien que mal défini, dans le Petit Robert. J'ai eu la visite de députés et de maires, et de nombreux films traitent de ce sujet. Je ne connais pas le nombre actuel de projets permaculturels en France, mais il est certain qu'il en existe beaucoup. Il y a cependant un petit problème : nombre de personnes voient la permaculture comme une forme de jardinage. J'espère qu'à la lecture de ce livre il deviendra évident pour tous qu'une telle interprétation est simpliste à l'extrême.

Ayant quitté la Bretagne l'année précédente, je me suis installé en Ardèche en février 2016, et cela fait à présent deux ans que je suis ici. Nous avons une ferme de 7 ha, principalement en terrasses, dont environ 3 ha en châtaigneraie ; il y a deux bâtiments, deux ruisseaux, une clède², deux ponts et un jardin à la française. Le terrain, exposé plein sud-est, se trouve à 400 m du centre du village ; une école, un collège, une médiathèque, une maison de retraite, des commerces et une auberge composent cette très dynamique commune de quelque 800 habitants. La région possède un climat méditerranéen chaud aux étés secs. La température y est en moyenne de 13,2 °C, et les précipitations de 705,7 mm par an.

Jusqu'en 1962, le lieu était géré en tant que ferme. Il y avait des vaches, des moutons, des cochons, des zones de cultures et des vergers. Il semble qu'à une période, au cours du XIX^e siècle, un des bâtiments ait servi de magnanerie, une partie du terrain étant sans doute plantée de mûriers (*Morus L.*). Cette forme de culture a été abandonnée, et nombre de terrasses plantées par la suite de châtaigniers. La ferme a été divisée en parcelles, avec plusieurs propriétaires. À partir de 1962, la partie principale a été achetée pour devenir une résidence familiale. Au cours des années suivantes, le propriétaire a pu racheter les diverses parcelles pour reconstituer la ferme d'antan. Bien que les lieux ne soient pas gérés comme une ferme, les habitants y produisaient des légumes et des petits fruits, et ont continué la récolte des châtaignes.

Une fois installés, nous avons créé une association loi de 1901. Pour en savoir plus, reportez-vous à l'annexe 6 sur La Messicole, p. 187.

2. Clède : bâtiment utilisé pour sécher les châtaignes.

Dans les chapitres qui suivent, je vais aborder certaines des choses que nous sommes en train de faire ici, les problématiques que nous avons rencontrées, et les solutions et idées que nous avons trouvées.

INTRODUCTION

Avant même la publication du livre *Un printemps silencieux* de Rachel Carson, en 1962³, de nombreuses personnes avaient exprimé des inquiétudes quant aux conséquences des activités humaines sur la planète et la biosphère. Ces inquiétudes ont conduit à la création d'organisations comme Les Amis de la Terre ou Greenpeace, et de mouvements comme l'agriculture bio ou l'écoconstruction.

La permaculture, née dans les années 1980 des travaux de Bill Mollison et David Holmgren, est une tout autre démarche. Ce n'est ni du jardinage, ni de l'agriculture, ni de la construction, ni de la politique.

Elle trouve ses origines dans les travaux de Masanobu Fukuoka sur l'agriculture naturelle, d'Arthur Yeomans sur le concept de *keyline* – la stratégie de gestion de l'eau dans les exploitations agricoles –, de Howard Odum sur la science de l'écologie*, ainsi que dans de nombreux autres domaines de la science moderne tels que la théorie des systèmes* ou les fractales..., tout autant que dans les pratiques traditionnelles d'une myriade de cultures.

Les recherches menées par Mollison et Holmgren leur ont permis d'étendre le champ d'application de la science de la conception et de l'aménagement du territoire créée par Yeomans, et ils ont inventé le mot « permaculture » – contraction de « *permanent agriculture* » – pour désigner leur système.

Pendant les années qui ont suivi la publication du livre *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*⁴, il est devenu évident qu'une ferme et un potager ne font pas seulement partie d'un écosystème* naturel mais aussi d'un écosystème humain, et que le travail du permaculteur est l'aménagement des deux.

Aujourd'hui, le mot « permaculture » fait référence à la « culture permanente », que l'on peut définir dans ce contexte comme l'ensemble des structures sociales, artistiques, culturelles, agricoles rendues vivantes par les habitants d'un lieu.

La permaculture est une science et un art de l'aménagement des écosystèmes humains. Elle peut être mise en œuvre partout, à l'échelle d'un appartement comme d'une ville, d'un potager comme d'une ferme... Et elle est accessible à tous. C'est un art qui vise à aménager des écosystèmes humains, éthiques, durables et robustes, qui s'intégreront harmonieusement dans les systèmes naturels.

3. *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin, paru l'année suivante chez Plon.

4. Tagari Publications, 1978.

Vous trouverez sans doute dans ce livre des approches et des techniques que vous connaissez déjà, car la permaculture suit une méthode synthétique et s'enrichit sans cesse des avancées faites dans tous les domaines qui lui sont utiles, surtout le génie écologique.

Mais l'art, dans la science, consiste à trouver comment organiser au mieux l'ensemble, et à utiliser les imaginations et les connaissances individuelles en accord avec les principes et les techniques pour créer les systèmes les mieux adaptés.

La permaculture cherche à concevoir des systèmes résilients, c'est-à-dire suffisamment élastiques pour se rétablir ou s'adapter après des chocs et des changements ; et des systèmes pérennes, c'est-à-dire qui, sur leur temps d'existence, génèrent plus d'énergie qu'il n'en a fallu pour les établir, les maintenir et assurer leur remplacement.

Les permaculteurs sont les concepteurs de ces systèmes résilients : ils testent leurs idées, techniques et stratégies, ainsi que les connexions qui les relient, « sur le papier » avant de passer aux travaux pratiques.

La phase de conceptualisation, qui sera explorée dans ce livre, est une phase d'observation, de réflexion, d'exploration, par des recherches mais aussi parfois par des tests d'approche effectués à petite échelle. Tout cela pour produire une conception spécifique au lieu comme aux questionnaires du projet ; une conception qui va les guider pas à pas vers la création d'un écosystème durable et productif, en harmonie avec la nature.

Elle se distingue d'autres méthodes d'aménagement du territoire et de conception (comme l'architecture) par la place centrale qu'y occupent ses principes éthiques fondamentaux – prendre soin de la Terre, prendre soin des hommes, produire et redistribuer les surplus, préserver la vie –, auxquels sont subordonnés tous les choix de méthodes et de moyens.

La permaculture ne peut être réduite à de simples techniques. Sa mise en pratique aux quatre coins de la planète a clairement mis en évidence le fait qu'il n'existe aucune méthode en agriculture, en architecture, dans la gestion de l'eau..., qui soit adaptée à tous les lieux, à tous les climats et à toutes les cultures.

On peut donc parler d'innombrables stratégies, car il existe pour chaque activité humaine des milliers d'approches différentes qui peuvent être plus ou moins adaptées à un lieu, un climat, des personnes et des besoins. Les approches sont spécialisées, et en conséquence le champ d'application de chacune d'elles est limité. Mais elles sont établies et gouvernées par des principes qui sont de grandes lignes directrices beaucoup plus générales. Les principes de la permaculture nous aident à choisir les techniques et les méthodes les mieux adaptées aux circonstances, aux gens et aux lieux.

Le mot « permaculture » désigne également un écosystème installé ou utilisé selon ces principes et méthodes. On parle alors d'une permaculture. C'est un lieu où sont mis en pratique les principes éthiques et généraux de la permaculture : un lieu où les activités humaines prennent soin de la Terre et des êtres ; où les surplus créés par ces activités sont redistribués pour aider d'autres personnes et d'autres lieux à améliorer leur qualité de vie ; un lieu, enfin, où les conséquences générales de l'existence des différents éléments qui le composent, pour la production de l'énergie, de la nourriture, de l'habitat, etc., sont autant que possible bénéfiques à tous les autres et à la Terre.

Les permaculteurs qui travaillent de nos jours aux quatre coins de notre planète ont tous les mêmes objectifs : à travers leur art et leur science, transformer nos systèmes actuels en systèmes durables, abondants et qui ne nuisent pas à la santé des écosystèmes naturels. Ce livre n'a pas vocation à faire une analyse de tous les effets pervers ou de tous les dangers de nos pratiques actuelles, mais de présenter des solutions. Ces solutions existent déjà pour la plupart : il s'agit de toutes les approches alternatives, des méthodes et des outils qui pourraient être utilisés pour prendre soin de la Terre et fournir aux hommes leurs ressources vitales. Mais la plupart du temps, elles ne sont pas mises en œuvre...

Ce livre s'adresse aussi bien à ceux qui veulent apprendre la permaculture et devenir concepteurs de systèmes permaculturels qu'à tous ceux qui souhaitent simplement se servir de cet outil puissant pour mieux faire aboutir leurs projets. Il est le premier d'une série d'ouvrages qui chacun approfondiront l'approche permaculturelle dans différents domaines : la production de nourriture, le bâtiment, la permaculture urbaine, etc. Vous trouverez dans ces livres davantage de techniques et de stratégies adaptées à une évolution socio-écologique durable. Ce premier volume explique quant à lui certaines techniques, mais il a surtout pour objectif de montrer comment élaborer une conception, un design, en permaculture.

C'est cela le cœur de la permaculture : élaborer une conception pour l'aménagement d'un territoire, avec une planification de la mise en œuvre de cette conception.

Maintenant que nous avons défini ce qu'est la permaculture, nous pouvons examiner ses principes éthiques, ainsi que certains des principes généraux de conception.

Partie I
Les principes
de la
permaculture

Chapitre 1 : Les principes éthiques

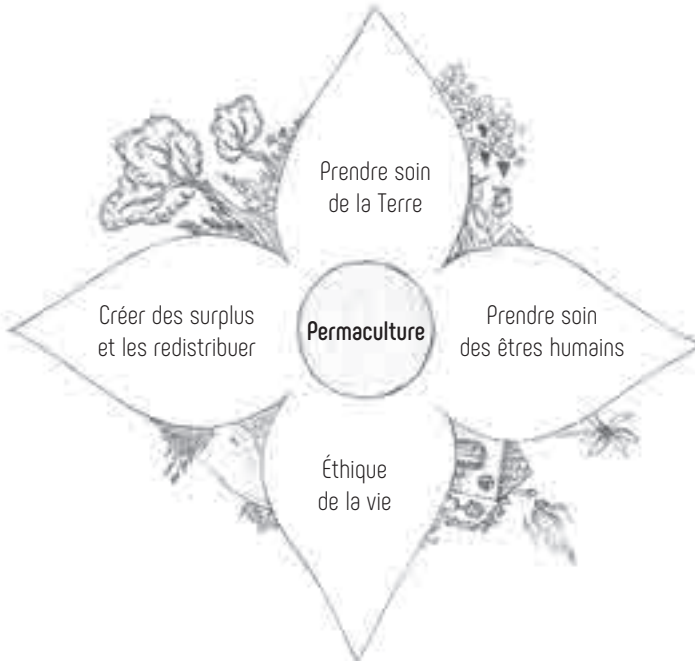
La permaculture est basée sur trois principes éthiques fondamentaux, interconnectés et interdépendants :

- prendre soin de la Terre,
- prendre soin des êtres humains,
- créer des surplus et les redistribuer.

Tous sont d'égale importance et doivent être pris en compte de manière équilibrée dans les applications. Ils reposent tous sur un socle commun : le respect de la vie.

Les principes éthiques sont là pour nous guider dans notre approche et notre sélection des techniques, stratégies, outils et matériaux les mieux adaptés. Ils permettent aux personnes qui veulent élaborer une conception en permaculture de choisir, entre les méthodes, techniques et matériaux divers disponibles, ceux qui, pour leur création, leur destruction et leur transport, génèrent le moins de dépense énergétique et de pollution, nuisent le moins à la vie et préservent au maximum les ressources. Au mieux, ces principes peuvent nous orienter vers des solutions qui améliorent la qualité de vie et créent de l'abondance, des solutions découlant de la stratégie qui consiste à travailler avec la nature et non contre elle.

Éthiques



Éthique de la vie : préserver la vie

Comme cela a été dit en introduction, ces trois principes éthiques reposent sur une base commune : l'éthique de la vie. Toutes les formes de vie ont le droit d'exister pour elles-mêmes, indépendamment de leur utilité ou inutilité pour les hommes.

Comprendre toutes les fonctions d'un animal ou d'une plante à l'intérieur d'un écosystème est très difficile, voire impossible. Leur éradication expose donc à des conséquences imprévisibles et peut être la cause d'un bouleversement important au sein d'un écosystème et, à terme, de systèmes dont nous dépendons. Détruire aveuglément sans savoir ce que l'on détruit, ni les conséquences que cela peut avoir, ne peut mener qu'au désastre... d'autant qu'il est infiniment plus facile de détruire que de recréer ou réparer.

Le principe de préserver la vie découle de ce constat et vise à protéger de notre ignorance et de notre avidité des éléments dont l'utilité n'est pas toujours perceptible *a priori*.

Chapitre 2 : Les principes généraux

Certains des principes de base de la permaculture – notamment ses principes éthiques – sont des postulats qui peuvent nous aider à percevoir le monde, la vie, les êtres vivants et les choses, et à interagir différemment avec eux. Ce sont ce que l'on pourrait appeler des principes d'attitude.

Une autre catégorie englobe ce qu'on appelle les principes de design (ou de conception). Ils ont leurs origines dans les sciences humaines, les sciences systémiques, l'écologie..., et servent de guide pratique dans la conception de nos lieux, de nos projets, de nos villes...

Tous ces principes ne sont que des interprétations de nos connaissances des systèmes naturels, et ces connaissances sont loin d'être complètes et absolues. Par conséquent, aucun de ces principes ne doit être considéré comme un dogme rigide. Pour paraphraser Albert Einstein : « Le mode de pensée qui a donné naissance à un problème n'en donnera pas la solution. »

La nature a un mouvement, une dynamique qui fait évoluer ses systèmes vers une organisation* complexe et très productive. Les principes de la permaculture qui s'en inspirent peuvent nous aider à en faire autant. Par la stratégie du mimétisme et de l'imitation réfléchie de ce qui fonctionne dans la nature, il est possible d'en reproduire certains résultats.

Il est important de comprendre que tous ces principes interconnectés ne sont là que pour nous aider à répondre à cette question : comment agir ?

Principes d'attitude

L'observation

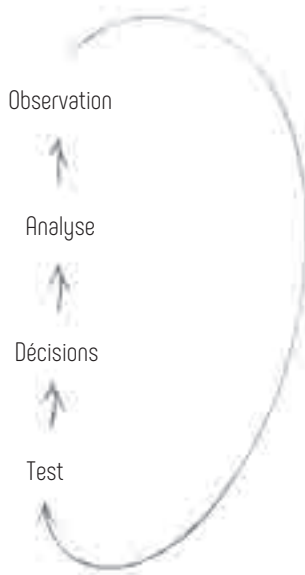
Le premier, le plus simple et en même temps le plus difficile des principes d'attitude est tout bonnement l'observation.

L'observation est le point de départ et d'arrivée de la permaculture. Une longue observation vaut mieux qu'un long travail inutile lancé sans réelle compréhension des besoins et des risques. Des conceptions et installations produites après une longue période d'observation seront plus complètes, plus complexes et comporteront moins d'erreurs de jugement.

Le temps dépensé à l'observation puis à la planification est vite récupéré. Car rien n'est plus coûteux, en temps et en ressources, que de devoir défaire quelque chose qui a été mal conçu, mal pensé, mal placé, ou qui est simplement inutile ou néfaste.

Le processus d'observation se poursuit tout au long de la mise en place du projet et continue par la suite. Il a alors une double fonction : surveiller, pour l'entretien et la maintenance, et recueillir des données pour juger de l'efficacité et du bon fonctionnement de la conception.

Le principe d'observation en permaculture cherche à combiner le regard de l'enfant ou du sage et celui du scientifique. C'est une **observation** qui se veut **sans jugement ni intention**, pour ne pas limiter les informations reçues à ce que nous cherchons ou ce qui confirme nos préjugés. Elle fait usage de la méthode scientifique d'observation, de recherche, d'expérience et de questionnement pour analyser le fonctionnement des systèmes.



ÉVALUER UN SOL

EXERCICE PRATIQUE

Mettez un échantillon de sol à sécher sur un carton ou un journal et ôtez-en toutes les pierres et les matières organiques. Quand il est sec, transformez-le en poudre. Remplissez un quart d'un bocal avec cette poudre, puis versez de l'eau dans les trois quarts restants. Secouez bien le bocal de manière à ce que toute la terre se retrouve en suspension dans l'eau, puis laissez reposer. Les particules vont alors se redéposer en couches en fonction de leur granulométrie. Après deux ou trois jours, on va ainsi pouvoir mesurer la proportion de sable, de limon et d'argile contenue dans le sol. Le sable, qui a la plus forte granulométrie, se retrouvera au fond, suivi du limon puis de l'argile, formée de particules très fines.

- A Épaisseur du sable _____
 B Épaisseur du limon _____
 C Épaisseur de l'argile _____
 D Épaisseur totale _____

Pour connaître par exemple le pourcentage de sable, on fait le calcul suivant : $A / D \times 100$.

MESURER LA CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE DU SOL

EXERCICE PRATIQUE

Matériel : un tuyau (A) de 30 cm de diamètre et un autre tuyau (B) de 60 cm, tous deux de 27 cm de long ; une règle graduée en millimètres ; un morceau de tissu de 60 × 60 cm. Enfoncez le tuyau A dans le sol à une profondeur de 15 cm, puis enfoncez le tuyau B par-dessus, de manière à ce que le tuyau A se retrouve en son centre¹⁵. Couvrez de tissu la surface du sol à l'intérieur des tuyaux afin de la protéger quand l'eau sera versée. Enfin, enfoncez la règle jusqu'à la laisser dépasser de 120 mm. Remplissez d'eau les tuyaux jusqu'à 100 mm de hauteur ; au bout de 2 minutes, notez de combien de millimètres l'eau est descendue. Renouvelez l'opération : remplissez, puis mesurez. Au début, prenez les mesures assez souvent, par exemple toutes les 3 minutes, puis toutes les 20 minutes environ vers la fin du test. Celui-ci doit se prolonger jusqu'à ce que les mesures prises dans le tuyau A soient toujours identiques.



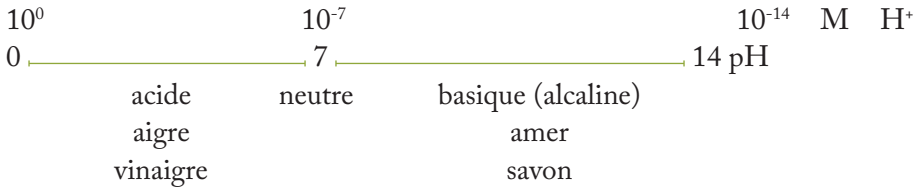
15. L'eau versée dans le tuyau B aura tendance à partir latéralement, celle du tuyau A verticalement, et c'est ce débit d'infiltration que nous souhaitons mesurer.

pH

L'eau peut être dissociée pour donner un ion hydrogène (H^+) et un ion hydroxyde (OH^-) :



L'eau distillée a un pH de 7.



Le pH d'un sol est un facteur important pour sa fertilité. Un sol doté d'un pH de 4 a été lessivé des oligoéléments dont les plantes ont besoin ; s'il a un pH de 10, ces oligoéléments ne sont pas disponibles, parce qu'ils ont des formes chimiques qui les rendent inassimilables par les plantes.

Les constituants minéraux et organiques d'un sol ont la capacité d'absorber beaucoup d'oligoéléments nécessaires à la croissance des plantes ; ces éléments sont des cations (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} ...). Les molécules H^+ peuvent aussi s'attacher aux particules minérales et organiques ; les cations sont donc dissous dans le sol et peuvent être absorbés par les racines des plantes. Un sol doté d'une bonne capacité d'échange cationique a un pH autour de 7.

Autrefois, on déterminait le pH et donc l'acidité d'un sol en le goûtant. Étant donné qu'aujourd'hui on préfère éviter de se mettre n'importe quoi en bouche, on utilise un simple test disponible dans le commerce.

Oligoéléments

Les plantes ont besoin de nombreux sels minéraux pour leur croissance et leur développement. Si certains oligoéléments ne sont pas disponibles dans le sol, cela engendre déséquilibres et dysfonctionnements.

- Macroéléments : oxygène (O), carbone (C), azote (N), phosphore (P), potassium (K) ;
- macroéléments secondaires : calcium (Ca), soufre (S), magnésium (Mg), silicium (Si) ;
- microéléments : manganèse (Mn), fer (Fe), zinc (Zn), cuivre (Cu), molybdène (Mo), nickel (Ni), sélénium (Se), sodium (Na) ;