Les Possibles — No. 23 Printemps 2020

Reforestation et changement d'agriculture, des clefs pour la rupture

vendredi 3 avril 2020, par Daniel Hofnung

Les plantes représentent la part essentielle de la biosphère. Elles en formeraient 82 % de la masse, mesurée en tonnes de carbone. Les bactéries, archées+protistes en représenteraient respectivement 13 % et 2 %, les champignons 2 % [1].

C'est pourtant elles, qui avant que l'homme ne vienne tout perturber, avaient créé, puis maintenu, l'état de notre planète.

Le cycle du carbone et de la vie : la longue construction d'un système auto-régulé

Un retour très en arrière est nécessaire. La naissance de l'actuelle régulation est issue du long processus de la vie, apparue lors de l'archéen (entre 3,9 et 2,5 milliards d'années avant notre époque), à partir des « briques » (acides aminés...) nées à l'époque précédente (4,5 à 3,9 milliards d'années) peu après la formation de la Terre. Les premiers organismes vivants ont puisé l'énergie du soleil, parfois de la terre (sources chaudes) pour se développer, à partir de carbone et d'hydrogène principalement. Ceux-ci étaient disponibles dans les premiers environnements terrestres et ont été utilisés par les premières cellules vivantes pratiquant la photosynthèse.

Plus tard eut lieu le premier grand changement avec l'arrivée de l'oxygène, puisqu'il n'y avait pour ainsi dire plus d'hydrogène (ou de sulfure d'hydrogène H2S) disponible, la vie a dû trouver l'hydrogène ailleurs : les cyanobactéries [2] ont cassé les molécules d'eau pour l'extraire et fabriquer les glucides, tout en rejetant ce qui restait : l'oxygène. C'est l'origine, il y a deux milliards d'années, du premier « holocauste » [3], car l'oxygène, très corrosif, a détruit bon nombre de cellules vivantes, tandis que d'autres prospéraient. L'atmosphère, mélange de différents gaz, s'est stabilisée progressivement à 21 % d'oxygène.

Le vivant a, en évoluant, créé des mécanismes qui maintenaient ce taux favorable à la vie, avec des oscillations autour de l'état d'équilibre optimum. Le cycle du carbone (qui est aussi un cycle de la matière vivante) s'est mis en place : parmi les organismes vivants, certains se développaient en créant de la matière organique (algues, végétaux) et fabriquaient de l'oxygène à partir de l'énergie du soleil, d'autres dégradaient cette matière organique morte (bactéries, champignons), en émettant pour la plupart du CO_2 ou du méthane.

La grande innovation de l'évolution a été ensuite la naissance des cellules avec noyau (eucaryotes), qui ont intégré d'autres organismes autrefois indépendants pour assurer certaines fonctions (les mitochondries pour gérer l'énergie, les chloroplastes pour la photosynthèse dans les plantes) : la *coopération* se révélait un moteur essentiel de l'évolution, en créant de nouveaux organismes complexes par symbiose d'entités existantes [4].

La première trace de spores de champignons et de plantes date d'environ 460 millions d'années. Acariens, araignées, collemboles, millipèdes et nématodes se multiplièrent dans ces formations végétales. Des champignons, par des acides sécrétés, ont dissous les substrats minéraux du sol, tandis que d'autres décomposaient la matière organique morte, constituant la couche de sol dans lequel les plantes vasculaires [5] se sont ensuite développées [6].

La naissance des végétaux multicellulaires a entraîné l'élévation du rendement de la photosynthèse, avec leur croissance en hauteur (avec les tiges puis les troncs), ce qui a multiplié les surfaces exposées à la lumière (feuilles des arbres). Cela a signifié aussi l'apparition de la lignine, dans les tiges et les troncs, que des bactéries ou des champignons ne savaient pas dégrader. Le bois pourrait dater au moins de 407 millions d'années. Le bois mort s'est alors accumulé et il s'est alors constitué au cours des millénaires d'énormes stocks de carbone sous une forme non organique : le charbon de l'ère carbonifère (345-290 millions d'années) et la majorité des stocks d'énergie fossile que nous utilisons actuellement.

Est apparue, ensuite, après probablement une mutation chez un champignon qui savait découper la cellulose, une enzyme capable de décomposer la lignine, donc de transformer le bois en humus, ce qui arrêta la formation de gisements de lignite puis de houille par fossilisation du bois [7]. C'était « une modification cruciale du cycle du carbone forestier » [8].

Ainsi s'est constitué un système vivant complexe, fait aujourd'hui de multiples associations d'organismes différents qui coopèrent et se complètent :

Des champignons, dont les réseaux de filaments (mycorhizes) vont profondément dégrader le socle minéral et procurer les sels minéraux aux plantes, ou même véhiculer de l'eau existant en profondeur pour l'amener aux racines des plantes. D'autres en association avec une quantité de micro-organismes ou d'organismes plus grands (lombrics) dégradent la matière organique et la recyclent. Dans les légumineuses (vesce, pois, luzerne… et aussi acacia), la symbiose d'une bactérie avec des cellules des racines de la plante (à tel point qu'elle s'insère dedans) se traduit par l'apparition de nodosités qui fixent l'azote, utilisé par la plante pour fabriquer des acides aminés [9].

L'association entre plantes et réseaux de mycorhizes a donc été une des bases de la vie primitive et… elle existe toujours avec des mécanismes similaires et permet le développement des systèmes vivants. Au sein de cycles, les déchets décomposés deviennent des ressources pour le cycle suivant, l'oxygène est absorbé par la plupart des êtres vivants pour en tirer de l'énergie, tandis que certains le produisent par la photosynthèse. La régulation de ces cycles s'est constituée peu à peu au cours de l'évolution et a abouti à un système qui créait la matière organique puis la dégradait, qui générait de l'oxygène d'un côté, du gaz carbonique de l'autre. Ce système s'est auto-entretenu et a assuré sa propre reproduction, avec des oscillations (glaciations liées à des cycles astronomiques).

C'était compter sans un « gêneur », l'homme, qui, d'abord a défriché et déforesté d'énormes surfaces pour pratiquer l'élevage et l'agriculture, ce qui a modifié les milieux naturels – nous le verrons plus loin. Il a sélectionné des céréales, légumes, fruits, animaux pour les produire en quantité et se nourrir, puis, plus récemment, il a cherché à en tirer des rendements maximum et les a marchandisés à la recherche de profits élevés.

Il a cru pouvoir substituer aux cycles naturels du carbone et de l'eau l'usage d'une agriculture artificielle, basée sur des ressources fossiles (azote fabriqué par les usines et non plus capté par des plantes qui savent le faire, phosphates exploités dans des mines ; alors que le vivant sait souvent se les procurer, en recyclant l'urine des animaux qui contient aussi d'autres minéraux et de l'azote, ou par les mycorhizes descendant sur le socle minéral).

C'est une conception « bello-mécaniste » (suivant l'expression de Matthieu Calame [10]) de l'agriculture qui a triomphé : la nature est une machine et pour tout lui procurer les techniques issues de la guerre sont utilisées : nitrates des engrais azotés issus des explosifs, insecticides pour « tuer les nuisibles » issus des gaz de combat [11].

Les cycles du vivant qui permettaient à la matière organique de se recréer à partir de matière organique morte (compost, fumier, dégradation sur place d'anciens couverts végétaux…) ne sont plus respectés. Le taux de matière organique dans le sol, l'humus qui permet la fertilité des sols chute de manière continue. Il a été plus que divisé par 2 depuis les années 1950 en France : autour de 4 % à l'origine, il chute dans les sols céréaliers en agriculture conventionnelle à 2 %, voire 1,5 % ou moins. En maraîchage, c'est analogue. J'ai moi-même, lors d'une formation « sols vivants » [12], entendu le témoignage d'une horticultrice en bio du département de la Manche qui a parlé d'une exploitation voisine, en conventionnel, où le taux d'humus était tellement bas que faute d'humus les collemboles (vers de taille millimétrique qui dégradent la matière organique) creusaient des galeries dans les carottes ! Dans les forêts, l'exploitation industrielle compromet gravement la formation naturelle de l'humus.

Les lombrics qui permettent le recyclage des matières mortes dans les turricules qu'ils laissent à la surface sont en chute libre : leur nombre est divisé par 10 voire 20 dans les terres de grande culture [13]. Or ils sont essentiels : leurs galeries aèrent le sol et facilitent le développement des racines. Leur mucus stabilise leurs galeries. À une échelle plus fine, des bactéries assemblent les particules du sol, tandis que des champignons avec leurs réseaux de filaments sécrètent leur propre colle, la glomaline, ce qui forme les micro-agrégats. Tous ensemble, ils participent à la fois à l'aération du sol et à sa stabilité [14].

Tous ces processus, à un niveau plus ou moins important, sont perturbés par l'agriculture conventionnelle actuelle : les sols, qui devraient comporter 50 % de vides remplis d'air ou d'eau en cas de pluie, sont de plus en plus compacts, voire se couvrent d'une « croûte de battance » qui favorise le ruissellement et empêche la pénétration de l'eau des orages.

Quand on évoque la chute de la biodiversité, on pense aux ours blancs, aux phoques, aux oiseaux et aux abeilles. C'est oublier une grande extinction dont les conséquences sont bien plus dramatiques, celle des vers de terre et, dans une moindre mesure, des nématodes, collemboles, acariens, champignons du sol avec leurs réseau de filaments, des petits arthropodes qui font la différence entre un sol mort, assisté à coups de chimie, et un sol vivant qui se régénère à chaque cycle de culture… et qui, en plus, stocke du carbone au lieu d'émettre des gaz à effet de serre.

Or, c'est cette vie dans le sol qui a permis au système vivant de se développer. Doit-on continuer à l'éliminer – ou la perturber – sachant que nous ne savons pas faire ce que font les mécanismes de la nature, le faisons bien plus mal et menons les écosystèmes à la catastrophe ?

Redonner du carbone au sol (sous forme d'humus), c'est aussi lui redonner sa capacité à stocker de l'eau dans ses vides, donc c'est augmenter la résilience des cultures et leur permettre d'affronter la sécheresse. 1 % de carbone en plus (équivalent à 2 % de matière organique), c'est une capacité de stockage d'eau de 190 m³ par hectare [15], et c'est aussi une plus grande humidité moyenne du sol.

La baisse constante des rendements agricoles, l'épuisement des sols, la dégradation des cycles du vivant en leur sein, prouvent qu'il n'y a pas de choix pour le monde à venir : il faut changer d'agriculture, engager à grande échelle une restauration des sols, arrêter au plus vite l'agriculture chimique – ce qui ne veut pas dire d'un seul coup, car rien ne peut se faire sans les

agriculteurs [16]. Les lobbies des pesticides ne doivent plus dicter la politique agricole, si on veut la rupture.

Des solutions existent : l'agriculture biologique, bien sûr, mais aussi la permaculture, très intensive en particulier pour les fruits et légumes. Si celles-ci utilisent encore des méthodes de l'agriculture conventionnelle (labour, sols nus après les récoltes…) mais sans chimie, leur rendement est évidemment moins élevé. C'est pourtant ainsi que sont faites les comparaisons au niveau agricole.

Les méthodes doivent être différentes : plantation d'arbres (agroforesterie) et de haies dans les cultures et les prairies, non-labour (pas forcément systématique), cultures alternées ou associées avec des légumineuses, écrasement par roulage de plantes intermédiaires pour enrichir naturellement le sol, enrichissement du sol par compost et fumier… En milieu tempéré, les dépenses sont beaucoup moins importantes, mais les gains le sont aussi. En milieu tropical, les systèmes alternatifs (l'agriculture syntropique qui est une forme intensive d'agroforesterie) peuvent obtenir des résultats très supérieurs à l'agriculture conventionnelle, sans détruire l'état des sols, mais au contraire en l'améliorant considérablement avec des forts taux de matière organique et une absence de pollution chimique. L'ensemble des cycles naturels de l'eau et du carbone sont restaurés, tout en produisant une alimentation saine et de qualité.

Il existe donc aujourd'hui une alternative agricole qui permet la reproduction et l'amélioration des milieux naturels, qui respecte les cycles du vivant et qui est favorable au climat (augmentation de l'eau stockée dans le sol et de l'humidité du sol, croissance de l'évapotranspiration par la présence d'arbres et d'arbustes dans les cultures et les prairies ou autour d'elles, captage du CO_2 dû à l'activité humaine). Cette agriculture peut même faire mieux que l'agriculture du XXe siècle qui savait alterner les cultures et utiliser les légumineuses, pratiquait la polyculture associée à l'élevage, utilisait les haies, mais labourait [17], ne connaissait pas l'agriculture associant les cultures sur le même terrain, ne savait pas bien utiliser la lutte biologique contre les nuisibles, n'avait qu'en partie compris l'apport des arbres.

En Amérique du Nord, l'agriculture régénérative « regenerative agriculture » représente un courant en plein développement, dont l'un des fondateurs est IFOAM International (Organisation internationale de l'agriculture biologique) et l'un des membres Rain for Climate (réseau sur l'eau et le climat basé en Slovaquie) d'où proviennent certaines des références citées ici.

Ils se sont en particulier associés à l'initiative 4 ‰ qui visait, en changeant les méthodes agricoles, à stocker 0,4 % de carbone dans le sol chaque année sous forme de matière organique, ce qui tout en régénérant les sols y stocke du carbone et réduit le taux de CO_2. [18]

En France, « Pour une agriculture du vivant » représente cette mouvance de l'agriculture régénératrice, et on peut citer aussi l'Association française d'agroforesterie.

L'important ici est qu'en régénérant les sols, on assure aussi le bon déroulement du cycle de l'eau (sols stockant plus d'eau, peu de ruissellement, plus de résilience).

Le cycle de l'eau et le rôle essentiel des forêts

Pour installer l'agriculture, il y a environ 10 000 ans, il a fallu détruire des forêts et des habitats naturels. Depuis les débuts de notre civilisation, ce sont 46 % des forêts qui ont disparu. [19]

Les forêts participent aux cycles naturels et contribuent à réguler l'environnement, tel qu'il s'est développé au cours de l'évolution. Jusqu'au XVIIIe siècle, l'action de l'homme n'a pas mis en cause la régulation générale de l'environnement [20], même si, localement, elle a pu ne plus fonctionner, causant la chute ou le dépérissement de civilisations (Croissant fertile devenu désertique, chute de l'empire Maya).

L'arbre joue un rôle clef dans la régulation de la température. Une étude faite dans l'Idaho (USA) donne des températures maximum au sol après une coupe à blanc de forêt de 70°, de 50° dans le cas d'une coupe à 50 % et de 34,4° sans coupe [21]. Une autre étude, sur les températures dans la couche supérieure du sol dans une taïga d'épicéas, montre qu'il faut attendre 18 ans de repousse pour que la plupart des températures extrêmes disparaissent et 35 ans pour retrouver une bonne élimination des températures extrêmes, chaudes ou froides [22]. La forêt joue donc un rôle de régulateur de la température en éliminant les températures extrêmes : comment ?

C'est l'évapotranspiration des arbres qui joue ce rôle. L'humidité s'évapore sur les feuilles, libérant la chaleur latente de condensation, ce qui produit une baisse de température. Lorsqu'il pleut, cette chaleur est restituée dans les nuages grâce à la condensation : l'arbre se comporte donc comme un climatiseur dont le condenseur serait en haut des nuages (là où la vapeur d'eau commence à se condenser pour former les gouttelettes d'eau). Le cycle de l'eau est formé de l'évaporation, la formation des nuages, suivie de la pluie, soit infiltrée, soit absorbée par les plantes, soit qui ruisselle pour aller finalement à la mer. Une partie des nuages ira vers la mer, les autres donneront de la pluie sur les continents, parfois relativement localement. Enfin, une partie des nuages de la mer iront produire la pluie sur les continents [23].

Ce sont les nuages provenant des terres qui sont particulièrement intéressants pour la reproduction des écosystèmes : si une forêt est suffisamment grande (en fonction en particulier de la vitesse moyenne du vent), une partie de son évapotranspiration alimentera les pluies sur cette même forêt, ce qui garantira sa pérennité. Une taille de 1000 km dans tous les sens remplirait cette condition.

Cette forêt peut alors servir de base de départ pour la reforestation de zones voisines [24]. Mais l'inverse peut aussi se

produire.

Le cas de la forêt amazonienne est significatif : sur sa partie est surtout, de larges zones ont été en partie déforestées pour faire de l'élevage ou diverses productions agricoles (soja, maïs) destinées surtout à l'exportation. L'air y est devenu plus sec, amenant une mortalité plus forte des arbres et une vulnérabilité au feu, comme on l'a vu récemment. La forêt perd sa capacité à stocker du carbone, la saison sèche devient chaque année plus longue. Après des incendies, un processus de « savanisation » se met en place. Auparavant, avec la « pompe biotique », les nuages de l'Océan Atlantique étaient attirés vers la forêt par les colonnes d'air humide s'élevant au dessus, augmentant encore la pluviométrie : c'était le phénomène des « fleuves aériens de vapeur d'eau » venant de la forêt et contribuant au climat humide de toute l'Amérique Latine, à l'est de la Cordillère des Andes.

Si la sécheresse s'installe à l'est de la forêt, les vents s'inverseront, viendront des terres et non plus de l'océan et le chemin vers la désertification de l'Amazonie sera ouvert. [25]

La même démarche, appliquée à la forêt sibérienne qui borde deux océans, l'Arctique et le Pacifique, montre que la forêt génère des basses pressions attirant l'humidité maritime qui contribue, avec les autres grandes forêts d'Europe orientale, au climat de toute l'Europe et à ses précipitations. Une déforestation importante a eu lieu en Russie, pouvant amener des températures élevées, le pouvoir régulateur de la forêt ayant disparu en partie. La « pompe biotique » ne peut alors plus fonctionner, l'air descend dans les zones sèches déforestées et s'élève dans les régions proches de l'océan, anormalement chaudes ; toute l'humidité évaporée retombe alors sur les zones voisines plus froides : ceci pourrait expliquer les grandes inondations de 2010 sur tout le bassin du Danube et autour [26].

Une étude de la hausse des températures constatées au sol et en haut des arbres à cause de la déforestation a été menée en 2010 par Petra Hesserlová et Jan Pokorný dans la forêt Mau du centre du Kenya, où une déforestation extensive sur 20 ans avait causé des modifications du climat et de l'hydrologie ; l'hypothèse selon laquelle la déforestation amenait une baisse de l'évapotranspiration des arbres a été confirmée, avec le déclin des précipitations, le bas niveau de l'eau dans les lacs et la baisse de débit des rivières. Les mesures de températures sur les zones de forêt originelle conservée, les zones de plantation de café, les zones de céréales et les sols nus montrent une température de plus en plus élevée, la plus froide étant celle des zones de forêts. La déforestation a eu une conséquence : un barrage sur la rivière Sondu Miriu pour la production d'électricité avait été achevé en 2007 et n'a jamais atteint la production prévue à cause de l'écoulement très bas. L'investisseur japonais a arrêté la construction du second barrage prévu et a fait un procès au gouvernement kényan pour avoir fourni de fausses informations sur le débit. Le premier ministre a alors déclaré que 1000 km² de forêt avaient été illégalement coupés en 10 ans, la forêt a été fermée et 200 000 personnes en ont été chassées pour restaurer la forêt [27].

Cet exemple, extrême, montre les conséquences que peut avoir la déforestation et, par contraste, le rôle essentiel de régulation du climat joué par la forêt, en particulier par les forêts de grande taille : humidification de l'air, rafraîchissement de la température et élimination des températures extrêmes. La pérennité de ce rôle est assurée si la forêt est dans son état originel et si elle borde – ou est au voisinage – d'un océan. Cette caractéristique est de moins en moins assurée pour les deux principales forêts du globe : l'Amazonie et la Sibérie. Or les deux ont été touchées récemment par des violents incendies.

Les grands déserts actuels sont des lieux où des forêts ont existé dans un lointain passé : Australie, Sahara, Arabie. L'élimination de la forêt côtière par l'humanité a eu souvent pour conséquence la désertification de la région entière. Un processus analogue débute sans doute dans les deux grandes forêts du globe, avec des conséquences qui pourraient aller jusqu'à une désertification globale [28].

La forêt joue ainsi un rôle essentiel dans le cycle de l'eau et sa rupture, suite à la dégradation des forêts, amène directement le réchauffement climatique. Les forêts apparaissent comme le régulateur essentiel du climat de la planète.

Une question de paradigme

Les auteurs de « Biotic regulation of the environment » proposent une vision totalement nouvelle : partir non du problème du réchauffement climatique, mais de la perte des régulations naturelles de l'environnement qui se sont créées au cours des milliards d'années de l'évolution. La rupture du cycle naturel de l'eau (à travers l'évaporation, la formation des nuages) est centrale. La dégradation progressive des forêts depuis le début de l'ère industrielle apparaît comme une cause essentielle du début de la perturbation du climat. Elle a commencé avec l'industrie (au milieu du XVIIIe siècle), a marqué un arrêt avec le processus de reforestation mondiale qui a suivi le début de l'exploitation massive des énergies fossiles à la fin du XIXe siècle, et l'arrêt de l'usage général du bois comme énergie [29]. La plantation de forêts avait alors été massive tant aux États-Unis qu'en Europe (nombreux exemples en France : Mont Aigoual, Haute-Provence, puis Landes) ou en Russie. À l'époque, les énergies fossiles ont donc joué un rôle de transition, permettant pendant près d'un siècle de moins détruire la biosphère pour alimenter la croissance, et cela aurait retardé d'autant le changement climatique

		Paradigme conventionnel	Changement de paradigme
1	Principales substances à effet de serre	Eau et CO_2	Eau et CO_2
2	Pourquoi le climat terrestre est-il stable(?)	Pas une question prioritaire en science de l'environnement (|=|on ne le sait pas et on n'a pas besoin de savoir(|=)	Le climat terrestre est stable tant qu'il est régulé par des écosystèmes naturels non perturbés sur les continents et les océans ; sa stabilité est un problème scientifique clef
3	Principale cause du réchauffement climatique	Les émissions de CO_2 dues à la combustion des carburants fossiles.	Rupture du régime de l'eau sur la planète (évaporation, nuages) dû à la dégradation des forêts naturelles au 20ème siècle
4	Comment combattre le réchauffement climatique ?	Réduire le taux de CO_2 atmosphérique par tous les moyens possibles	Restaurer les forêts en tant que régulatrices du climat (voir point 2)
5	Biocarburants	Une solution possible pour combattre le réchauffement climatique	Un suicide écologique à l'échelle de la planète : l'extension des terres agricoles accélère la dégradation des forêts (voir point 3)
6	Image des carburants fossiles et des compagnies pétrolières et charbonnières	Mal du monde, responsable de l'accumulation de CO_2 et de la perturbation climatique	Possible sauveur du monde (si la population n'avait pas commencé à utiliser les énergies fossiles à la fin du 19ème siècle, toutes les forêts auraient été éliminées il y a longtemps et un effondrement général du climat s'en serait suivi, voir point 3)
7	Chances d'inverser le changement climatique	Nulles : l'économie moderne est basée sur les ressources fossiles ; malgré tout le battage médiathique, la consommation de carburants fossiles ne fait que croître	Réelles : il est possible de stopper la dégradation des forêts et de débuter leur régénération, dans la mesure où le secteur forestier joue un rôle mineur dans l'économie générale (et peut être supprimé pour un coût relativement bas)

Il n'est pas question ici de nier l'existence de l'effet de serre ou le réchauffement climatique : cela est bien documenté par la communauté scientifique, notamment avec le GIEC et ses rapports. Mais le fait que le lien entre taux de CO_2 et réchauffement soit établi et qu'il ait été la base de tout le travail du GIEC n'est pas la preuve qu'il s'agit de l'origine du problème. L'effet de serre menant au réchauffement existe bien, mais l'évapotranspiration des arbres peut le compenser efficacement, le refroidissement lié à celle-ci pouvant plus que supprimer le réchauffement. Ce « mécanisme de compensation des émissions » pourrait les absorber totalement et même, en quelques décennies, permettre de revenir à l'atmosphère pré-industrielle. Il en est de même de l'agriculture qui pourrait, elle aussi, stocker de grosses quantités de carbone, tout en restaurant la fertilité perdue des sols. Mais la clef de la démarche n'est pas là : elle est de partir de la *remise en fonction des régulations naturelles de l'environnement*, détruites en grande partie par notre civilisation.

Évidemment, réduire les émissions de gaz à effet de serre réduit le réchauffement climatique. Mais l'axe de la nouvelle démarche n'est pas là : retrouver les régulations naturelles de l'environnement est tout à fait possible en stoppant radicalement toute déforestation, en commençant à restaurer les forêts naturelles endommagées dans leur état initial et en engageant un programme massif de reforestation, pour que les forêts soient à nouveau à même de jouer leur rôle régulateur du climat, à travers le cycle de l'eau.

Ce qui a été détruit peut, si on agit assez vite, être refait.

Un exemple avec la forêt pluviale atlantique du Brésil : elle allait jadis, au bord de l'Atlantique, sur une profondeur variable, de la frontière de l'Argentine et du Paraguay jusqu'à l'État de Rio Grande do Norte (pointe est du continent) et occupait 1 million de km² (2 fois la France !), le Brésil en ayant 8,5 millions. Il reste moins de 8 % de cette forêt, les zones déforestées sont occupées par 60 % de la population du pays et produisent 70 % du PNB. S'il n'est guère question actuellement de les reforester, des morceaux peuvent l'être et devenir des forêts durables. Lorsque le photographe Sebastiao Salgado a hérité de son père d'un grand ranch de 700 ha (7 km²) devenu sinistré à cause du ravinement et où le bétail restant était dénutri, sa femme Lélia Wanick et lui ont décidé de replanter la forêt. Ce sont 2 500 000 arbres de 300 espèces qui ont été plantés depuis 1999. La forêt est revenue, 8 sources coulent à nouveau avec un débit de plus de 20 l/s en saison sèche. Un écosystème stable s'est recréé avec des animaux, dont certains en voie de disparition qui sont venus s'installer spontanément. Son nouvel objectif est d'aller plus loin avec le projet « Olhos de Agua » : 100 millions d'arbres dans la région pour faire rejaillir 370 000 sources.

Pour répondre au changement climatique, l'idée de recourir à une plantation massive de forêts fait son chemin.

Des initiatives régionales existent comme AFR100 (Initiative africaine de restauration des forêts) qui vise 100 millions d'hectares de forêt restaurées d'ici 2030. Sur ce total, l'Éthiopie s'est engagée à planter 15 millions d'hectares, soit plus que sa surface forestière actuelle (13 millions d'hectares). Les forêts y étaient passées de 40 % de la surface du pays forêts à l'origine à moins de 4 %, et l'objectif national pour octobre 2019 était de 4 milliards d'arbres plantés. Le 29 juillet, 350 millions d'arbres ont été plantés en une journée. [30]

Une province du Pakistan, le Khyber-Pakhtunkhwa (KP) a réalisé le « billion tree tsunami » (Tsunami d'un milliard d'arbres) avec la plantation de 300 millions d'arbres de 42 espèces, 150 millions de plants confiés à des particuliers et 730 millions de repousses en forêt permises. Dans les vallées du Swat, des pans de montagne avaient été mis à nu lors de la présence des talibans, qui sont désormais tapissés de plantes avec d'innombrables conifères en devenir. Cette région, gouvernée par l'opposition, est hélas une exception dans le pays.

Ces opérations d'ampleur restent hélas limitées à quelques pays.

Une sorte de course de vitesse est enclenchée : d'un côté, des pays souvent parmi les plus pauvres de la planète s'engagent dans la restauration de leurs forêts d'origine après avoir constaté les effets dramatiques pour la population et le climat de leur disparition. D'autres pays s'engagent, eux dans la voie inverse, accélérant la destruction des milieux naturels pour des raisons mercantiles.

Le rôle essentiel de la forêt est sous-estimé. À travers la forêt, le système global de la vie sur Terre, fruit d'une évolution de milliards d'années assure sa stabilité et la destruction de la forêt amène des désordres croissants. Les forêts, à travers l'analyse basée sur le CO_2 sont considérées comme des « puits de carbone ». Mais elle sont bien plus que cela :

« Les forêts représentent un des types d'écosystème les plus productifs rencontrés dans la biosphère. Lorsqu'elles ne sont pas perturbées, elles procurent la part la plus importante de la régulation biotique des milieux naturels » [31]. L'exploitation actuelle des forêts menant à la dégradation complète des ensembles forestiers sur les grands territoires encore couverts de forêts sape complètement la régulation biotique de l'environnement sur tous les continents [32].

La déforestation de l'Amazonie a une influence sur le climat de l'Amérique latine, mais aussi sur celui des USA ou du Mexique. Celle de la Sibérie joue sur celui de l'Europe et d'une partie de

l'Asie. Au cours de l'histoire de l'humanité, la déforestation a déjà eu la désertification pour conséquence. Elle peut l'avoir à nouveau. « La stabilité de l'environnement général est fonction de l'état du biota naturel sur Terre. Le biota naturel apparaît être un puissant stabilisateur s'il est intact et un puissant déstabilisateur s'il est perturbé » [33].

Ainsi, même si on arrivait à stopper l'usage de combustibles fossiles, ces déséquilibres continueraient puisqu'*ils sont liés à la destruction de milieux naturels et non au taux de CO2 dans l'atmosphère*. [34]

La reconnaissance du rôle essentiel de la forêt existe de plus en plus parmi les milieux scientifiques ; une étude indique que la reforestation permettrait « d'inverser les tendances actuelles d'augmentation des émissions de gaz à effet de serre provenant de la combustion de combustibles fossiles et de la destruction des forêts, et de les réduire à zéro » [35].

La nécessité d'une reforestation massive est mise en avant, dans le cadre de la compensation des émissions de gaz à effet de serre. Les auteurs d'une étude, publiée dans la revue *Science*, proposent de planter 1 200 milliards d'arbres. Jean-François Bastin et Thomas Crowther ont calculé que ceux-ci pourraient absorber les 2/3 des 300 gigatonnes de carbone émis depuis les années 1800, ce qui prendrait de 50 à 100 ans. Alors qu'il a existé 5 800 milliards d'arbres sur Terre, il n'en reste plus que 3 000 milliards environ. En replanter « 1 200 milliards serait un compromis suffisant pour réguler le climat ». Ils ont même localisé les futures forêts possibles, là où il y a des surfaces sans arbres hors des cultures de céréales, en particulier au Royaume-Uni, en Écosse et en Europe centrale, mais aussi en Amérique du Nord et en Australie [36]. Ils citent aussi le Massif Central en France.

Sur la base du rapport du GIEC suggérant que l'accroissement des forêts de 1 trilliard d'arbres sera nécessaire pour limiter le réchauffement climatique à 1,5° d'ici 2050, les auteurs d'une étude ont évalué le potentiel de restauration de surfaces forestières et arrivent à une surface possible de 0,9 milliard d'hectares qui pourraient stocker 205 gigatonnes de carbone [37]. Dans une réponse saluant la démarche mais critiquant le fait que le cycle de l'eau soit négligé (notamment l'influence de la présence d'arbres sur l'eau), un groupe de scientifiques, dont plusieurs souvent cités ici, met en avant le pouvoir de transformation potentiel des arbres tant pour l'eau que pour le carbone [38].

Les auteurs de « Biotic regulation of the environment » parviennent à des conclusions relativement parallèles, bien que leur démarche basée sur la régulation du climat par les écosystèmes naturels soit très différente. Ils arrivent à la nécessité de réduire de 40 % l'exploitation des forêts du globe et de les restaurer dans leur état naturel sur les zones autrefois exploitées, hors de toute intervention humaine, afin que les régulations naturelles fonctionnent à nouveau, ce qui arrêterait le réchauffement. Ils se prononcent pour l'interdiction totale le plus tôt possible de l'usage des forêts et leur protection par la communauté internationale, afin d'assurer le développement soutenable de la civilisation [39].

Ainsi, alors que les courants scientifiques dominants envisagent notre avenir du point de vue de la seule réussite de la baisse des émissions de gaz à effet de serre, une approche totalement différente, basée sur la restauration des cycles naturels, propose des solutions qui préviennent bon nombre de catastrophes climatiques et permettent, en plus, une réduction des gaz à effet de serre compatible avec une hausse inférieure à 1,5° des températures estimée selon les scénarios du GIEC.

Notes

[1] Il existe dans ces chiffres une grosse incertitude pour les bactéries (ordre 10), les archées (ordre 13) et les protistes (ordre 4). La vie à l'intérieur du sol reste largement un terrain à découvrir et à comprendre.

[2] Anciennement appelées algues bleues ou bleu-vert, il s'agit de bactéries photosynthétiques pour la plupart.

[3] Lynn Margulis, Dorion Sagan « l'univers bactériel », Points, Albin Michel, 1989.

[4] Pablo Servigne, Gauthier Chapelle, *L'entraide, l'autre loi de la jungle*, Les Liens qui Libèrent, 2017 ; et Lynn Margulis, *The Symbotic Planet, a new look at evolution*, Weidenfeld & Nicolson, London, 1998.

[5] Plantes comprenant des racines et des vaisseaux permettant la circulation de la sève, nées au cours de l'Ordovicien (- 485 → - 443 millions d'années)

[6] Francis Martin, *Sous la forêt pour survivre, il faut des alliés* », Éd. HumenSciences, 2019.

[7] Francis Martin, *op. cit.*

[8] *Ibidem.*

[9] Marc-André Selosse, *Jamais seul, ces microbes qui construisent les plantes, les animaux et les civilisations*, Actes Sud, 2017.

[10] Mattieu Calame, *Une agriculture pour le XXIe siècle. Manifeste pour une agronomie biologique*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2017, téléchargeable en ligne.

[11] Voir mon article « Régénérer la planète, redonner vie aux sols et sauver le climat ».

[12] « Les bases de l'agriculture du vivant », formation citée assurée par « Ver de terre production ».

[13] Claude et Lydia Bourguignon, « Manifeste pour une agriculture durable », Actes Sud, 2017.

[14] Formation citée plus haut

[15] Judith D. Schwartz.

[16] Jacques Caplat « Changeons d'agriculture, Réussir la transition », Actes Sud, 2014.

[17] Ce qui favorise l'oxydation des sols et donc les émissions de CO_2, détruit les réseaux des vers de terre et les réseaux d'hyphes des champignons du sol.

[18] Rejeté par des associations et militants européens, dans la mesure où des courants de l'agriculture de conservation utilisent du glyphosate, et où le stockage de carbone est présenté par 4 ‰ comme une alternative à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

[19] T. W. Crowther and alt. « Mapping tree density at global scale », *Nature,* vol. 525, 10 sept. 2015.

[20] Victor G. Gorshkov, Vadim V. Gorshkov and Anastassia M. Makarieva ,« Biotic Regulation of the Environment – Key Issue of Global Change *»,* Spinger-Praxis Books 2000 .

[21] Jemisson (1934) cité dans « Biotic Regulation… »

[22] Protopov (1975) cité dans « Biotic Regulation… »

[23] David Ellison and alt. « Trees, forests and water : cool insights for hot world » in Global Environmental Change 43 (2017).

[24] « Biotic Regulation … », *op. cit*.

[25] Voir aussi du même auteur Antonio Donato Nobre « The future climate of Amazonia ».

[26] Anastassia M. Makarieva and Victor G. Gorshkov, « The Biotic Pump : Condensation, atmospheric dynamics and climate », 2010.

[27] Petra Hesslerová and Jan Pokorný, « Forest clearing, water loss, and land surface heating as development costs » – 2010.

[28] « The biotic pump… » art. cité plus haut

[29] Victor G. Gorshkov, Anastassia M. Makarieva,

Le tableau ci-dessous est dans ce lien (en anglais et en russe), ainsi que des données sur la reforestation fin XIXe siècle et les combustibles fossiles. Je précise mon désaccord avec les auteurs sur le rôle des combustibles fossiles aujourd'hui qui doivent de plus en plus être abandonnés, même si on compense les émissions. C'est seulement ainsi que l'on pourra retrouver l'atmosphère pré-industrielle.

[30] " Ici et là"

[31] « Forests represent one of the most productive types of ecosystems encountered in the biosphere. When non-perturbed, they perform the largest amount of work on biotic regulation on land » (« Biotic regulation… », *op. cit*.)

[32] *Ibidem*.

[33] *Ibidem*.

[34] *Ibidem.*

[35] « Tree planting 'has mind-blowing potential' to tackle climate crisis » d'après une intervention de Tom Crowther à l'université ETH de Zürich.

[36] « Tree planting… », *op. cit.*

[37] Jean-François Bastin et al. « The global tree restoration potential », *Science,* 365, 5 July 2019.

[38] Douglas Sheil, Anastassia Makarieva, Antonio D. Nobre and al., « Forest restoration : transformative trees », *Science,* 366, 18 oct. 2019.

[39] « Biotic regulation… », *op. cit.*