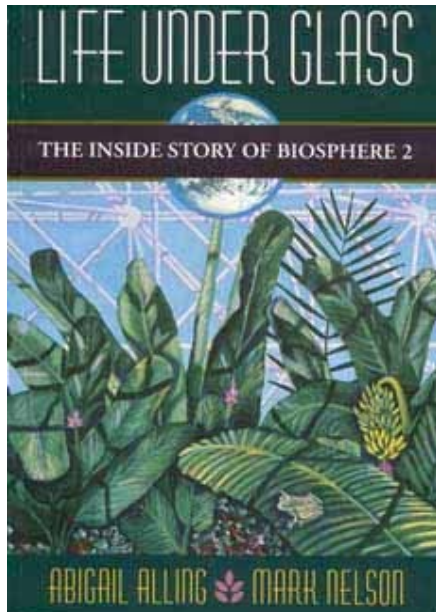


Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

Abigail Alling & Mark Nelson



Points intéressants du livre

Par Gosselin De Bénicourt Grégory

Notes sur ce Résumé

Il ne s'agit nullement d'une simple traduction ou d'un travail de résumé du livre. Loin de moi l'idée de vous priver de l'achat de ce superbe ouvrage. Les pages qui suivent intègrent juste les idées qui m'ont paru les plus intéressantes dans ce livre et que j'ai traduites de façon assez libre.

Avant-propos

Le projet Biosphère 2 devait pouvoir répondre à cette question : Est-ce qu'un système écologique fermé peut être conçu de façon suffisamment résistante pour

soutenir la vie humaine pendant plusieurs années, tout en étant suffisamment petit pour être construit et maintenu par une activité humaine normale ?

Chapitre 1 : l'aventure commence

Le jour de la fermeture des portes, démarrant l'expérience en milieu clos, était le 26 septembre 1991 à 6h30. Depuis ce moment, la Biosphère est devenue une entité matérielle distincte, physiquement séparée du reste de l'univers, excepté pour l'énergie et les flux d'information. L'équipe est composée de 4 hommes et 4 femmes, tous choisis pour leur expérience spécifique. La fermeture du circuit d'air s'est effectuée à 8h15. La préparation de nos paquets ne faisait pas partie du cahier des charges du projet et pourtant, c'était une chose très importante puisque aucun contact physique avec l'extérieur ne pourrait être fait durant 2 ans par la suite. Il fallait penser à tout ce qu'on souhaiterait avoir près de soi. D'autres éléments ont été pensé avant bien sûr : pas question de prendre du parfum, de shampoing et autre produits chimiques car dans un système fermé, les composants non biodégradables peuvent facilement s'accumuler et atteindre des niveaux élevés de toxicité. C'est le même problème pour les tampons hygiéniques et si 4 femmes utilisent ces produits durant 2 ans, il sera impossible de gérer l'ensemble des déchets accumulés. Nous avons trouvé une sorte de coupe en plastique qui peut absorber le flux menstruel et qui peut être réutilisable – la seule chose à faire est de le nettoyer.

Roy Walford, 69 ans, professeur en pathologie à la UCLA Medical School a comme spécialité le prolongement de la vie (Life Extension) est l'auteur bien connu de « The 120 Year diet ». Taber MacCallum, le membre le plus jeune de notre équipe est l'assistant de Roy. Tous les

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

deux ont du prendre le Special US Navy course in emergency dentistry qui est destiné à être utilisé sur les bateaux qui ne rentrent pas au port régulièrement et qui ne disposent pas d'un dentiste.

Il n'y a aucune gestion de la monnaie à l'intérieur de Biosphère 2. Eventuellement, nous nous échangeons des vêtements, du temps, des outils, mais jamais de la nourriture. Chaque personne a sa propre ration, la nourriture étant trop précieuse pour être échangée.

Il y avait 14 candidats à l'origine, mais seulement 8 ont été sélectionnés. Nous connaissons tous la règle inflexible qui s'applique dans le cadre des machines : elles cassent. Si le système de refroidissement tombe en panne, la température sous le dôme peut monter à plus de 65 degrés Celsius en quelques heures seulement.

Chapitre 2 : Une journée dans la vie

A 6h30, Gaie, la cuisinière du jour pour le petit déjeuner, a sonné l'heure officielle du levé. A 7h00, le travail commence : il faut nourrir les animaux (Jane et Sally), il faut vérifier les réservoirs d'irrigation dans la zone d'agriculture, si le programme d'arrosage s'est déroulé correctement, etc. Sally commence sa collecte quotidienne de légumes frais. Linda, Taber et Mark partent dans la forêt tropicale pour escalader et couper quelques lianes et branches qui obstruent la lumière du dôme. Des feuilles de vignes sont également rapportées pour les nourrir les animaux. Laser se connecte à son ordinateur pour vérifier tous les systèmes. Un système d'analyse de vibration a été mis au point pour détecter des pannes à venir du système qu'aucun capteur ne pourrait mettre en évidence. Il étudie le rapport d'analyse, complète la maintenance hebdomadaire, et fait une petite excursion dans la savane pour vérifier si les réservoirs d'eau condensent bien l'air qui va vers les biomes désertiques. Pendant ce temps, Roy complète les analyses des derniers relevés médicaux de l'équipe. Il s'occupe également d'une étude réalisée sur une hormone de stress qui demande une analyse quotidienne de nos urines. Tous les échantillons sont conservés au freezer dans le laboratoire de culture de tissus, dans la mezzanine au dessus du laboratoire d'analyse. A 8h00 commence le petit déjeuner. Nous en profitons pour étudier le rapport résumant les 24 dernières heures du cycle de CO² que Gaie a préparé – le niveau de CO² est de loin le problème le plus préoccupant de Biosphère 2. Puis, pour chacun commence l'heure d'agriculture à 8h45. 5 d'entre nous continueront pour 2 heures de plus. Notre machine de compost permet d'accélérer le processus de décomposition. Notre système de retraitement des eaux usées est composé de divers réservoirs, qui une fois remplis sont fermés. Les bactéries commencent alors le processus de décomposition. Notons que toutes les eaux usées qui proviennent de la zone d'habitation des humains (Human Habitat Area), des toilettes, douches, cuisines, de la blanchisserie, partent vers la zone d'agriculture dans notre système de recyclage des déchets. Périodiquement, les réservoirs sont vidés dans les plantes lagunes où la canne et l'hyacinthe d'eau purifie l'eau en se nourrissant. Sally continue sa ronde de récolte de légumes. Gaie grimpe aux arbres et s'occupe des papayes et des figues, des prunes et des goyaves. Il faut aussi remplacer les algues sèches du lac par des algues humides sorties tout droit des épurateurs, un système qui imite la fonction de l'océan pour réduire le nombre de nutriments. Il y a des opérations de maintenance technique réalisées par Laser et Taber. A 10h45, un break de 15 minutes est annoncé à la radio, c'est l'heure du thé à la menthe avec des

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

cacahuètes grillées qui sont servis dans la piazza. Par la suite, il faut reprendre le travail, examiner les graines pour vérifier les insectes et les maladies, mesurer les moisissures du sol, prendre des échantillons, etc. Roy recalibre les capteurs de température et d'humidité. A 11h30, Sally commence un entretien téléphonique avec des étudiants de l'Ohio. Plusieurs étudiants de grandes écoles ont déjà réalisé leur propre modèle de biosphère, en circuit fermé avec des plantes et même des insectes. Nous sommes tous très branchés sur l'extérieur, avec de nombreuses écoles dans tout le pays. Vers midi, Gaie s'est douchée et retourne à la cuisine pour les derniers préparatifs du repas qui démarrera à 12h30 et se terminera à 13h. Pendant 1h30 après le repas, nous prenons une sieste informelle. Les repas sont préparés en fonction des saisons, des récoltes, mais aussi à l'aide d'un programme d'analyse de nos besoins quotidiens. Une grande partie du repas du soir et du petit déjeuner du lendemain est préparé l'après-midi. A 16h30, Linda et Mark partent mesurer les plantes du désert. Il y a aussi de nombreux contacts avec le centre de recherche, le SBV (Space Biosphere Venture) qui mène de nombreuses recherches. Il faut encore s'occuper des animaux, nourrir les bébés animaux, déplacer R2D2 (système d'analyse atmosphérique mobile qu'on déplace d'un biome à un autre). Le dîner est servi à 18h45 et durera au plus une heure. Après le dîner, Sally et laser vont travailler ensemble dans la chambre de commandement pour entrer dans le journal de bord du capitaine les différents événements de la journée qui seront adressés au SBV, avec les autres relevés. A 20h15, Mark commence sa ronde de nuit, un tour de 20 à 30 minutes dans les différents biomes pour vérifier que tout se passe bien, relever manuellement les températures, vérifier si l'épurateur à base d'algues fonctionne bien, si les ventilateurs de transport de l'air sont en état, si la machine qui simule les vagues fonctionne également, etc. Il note ensuite tous ses relevés et observations dans un journal de bord gardé près du moniteur d'alarme. Nos appartements sont nos châteaux – quand nous voulons être seuls, c'est notre endroit de retraite. Chaque bionaute possède son propre appartement qu'il décore et aménage comme il le souhaite. La plupart sont équipés de Télévision, magnétoscope, lecteur CD, et tous sont équipés d'un ordinateur relié à l'extérieur.

Chapitre 3 : Monitorer l'environnement

Dans un petit système clos, il est clair que chacun de nos actes a une répercussion immédiate et potentiellement dévastatrice sur notre environnement. C'est pourquoi nous devons surveiller de près chaque alerte qui peut poser un problème vital. Dans le cadre spécifique de la contamination de l'air et l'eau, le SBV a adopté les niveaux d'alertes standard utilisés par l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration) pour l'industrie, par l'EPA (Environmental Protection Agency) pour l'environnement, et par la NASA pour les astronautes.

Le management de notre système clos requière des analyses vraiment précises de notre environnement. Nous dépendons de la vitesse à laquelle ces mesures sont effectuées et traitées à l'aide d'une combinaison de capteurs électroniques, d'analyses automatiques et de procédures manuelles de laboratoire, et ce, afin de prendre les bonnes décisions.

Le SBV a conçu un système élaboré appelé « sniffer system ». Ce dernier est positionné dans le laboratoire d'analyse et il est relié à un tas de capteurs répartis dans la Biosphère. Les

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

éléments suivants sont relevés : taux de CO₂, O₃, NO₂, NO_x, SO₂, CH₄, O₃ et H₂S, et ce toutes les 15 minutes.

Avant cette expérience, personne ne pouvait complètement prédire avec exactitude l'étendue des problèmes auxquels nous allions être soumis. Jusqu'à maintenant, aucune autre expérience n'avait mis en milieu complètement clos un système aussi complexe.

La variété de parfums naturels a aussi été une des plus délicieuses surprises que nous avons rencontrées. Toutefois, une variété d'arômes a été délibérément introduite dans la conception de Biosphère 2.

Pour monitorer tous les paramètres critiques de l'eau, nous avons conçu un « sipper system » automatique, similaire au « sniffer system ». Il est localisé dans le local technique en dessous de la Savane où il reçoit séquentiellement de l'eau de l'océan et des marais afin d'analyser la concentration en nitrates et nitrites.

En recréant ces biomes isolés dans Biosphère 2, et en les exposant à de nouvelles conditions environnementales, nous faisons des expériences en écologie. En fonction de la saison, nous recevons entre 15 et 30 M3 d'eau pure quotidiennement. Tout cela est possible car l'eau se déplace rapidement dans l'atmosphère par l'intermédiaire du cycle de transpiration et d'évaporation. La transpiration est un processus par lequel les plantes font passer une quantité énorme d'eau au travers de leurs feuilles. En plus, une large surface de l'océan et des marais permettent un volume considérable d'évaporation qui augmente ainsi l'humidité. Un jour où l'humidité est très basse, nous estimons qu'à peut près 8 M3 des 3400 M3 de l'océan peuvent s'évaporer.

Quand le condensât d'eau est collecté, nous le passons au travers d'un système à base de peroxyde d'hydrogène et d'ultraviolet qui tue les bactéries. Nous avons choisi ce type de stérilisateur par rapport à un autre qui aurait utilisé des additifs chimiques.

L'air est complexe. En gros, il est composé de nitrogène et d'oxygène, mais la petite concentration des autres gaz qu'il contient est vraiment significative pour qui le respire. Pour filtrer l'air, nous avons opté pour un « soil-bed reactor », un réacteur à base de lit de terre, une découverte européenne qui montre qu'en pompant les mauvaises odeurs de l'air dans les industries alimentaires et en les passant au travers d'un tapis de terre, on pouvait purifier l'air. Si cela est nécessaire, nous sommes en mesure de filtrer tout l'air de Biosphère 2 en une journée. La part de beauté qu'il y a dans ce système est que peu importe la quantité de gaz qu'il existe dans l'air, elle servira de nourriture aux microbes, et ces population microbiennes se développeront jusqu'à ce qu'elles aient absorbé la concentration de gaz restant. A savoir, nous n'avons jamais eu recours au « soil-bed reactor » dans Biosphère 2 car tous les autres systèmes naturels ont fonctionné à merveille.

Aider le système à manager le taux de CO₂ a été l'un de nos challenges majeurs. C'est devenu ce que nous avons appelé « le tigre de Biosphère 2 ». Le département de recherche a développé nombre de stratégies pour booster la photosynthèse et réduire la respiration. Réduire la respiration, qui relâche du CO₂, permet un meilleur effet de serre. Parmi ces mesures, nous avons arrêté le compost l'hiver car ce procédé libère trop de CO₂ et le soleil ne compense pas suffisamment.

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

En février 1992, 5 mois après la fermeture, Taber a été choqué de voir, durant le test de calibration que le niveau d'oxygène dans la Biosphère avait dramatiquement chuté. Il devenait évident que l'analyseur automatique d'oxygène avait donné de mauvaises lectures depuis la fermeture. Il a été convenu, avec le consentement de tous les biosphériens, de garder un niveau bas d'oxygène afin de faire quelques recherches sur le sujet. Il sera toujours temps de réinjecter de l'oxygène avant que l'état de santé des biosphériens soit compromis. Finalement, en janvier 93, nous avons injecté 14 tonnes d'oxygène liquide dans l'air durant une période de 19 jours pour booster le niveau d'oxygène de 14.2% à 19% (normalement 20.9%).

Chapitre 4 : Manger ce que nous produisons

Nous avons appelé notre ferme, le biome d'agriculture intensive (IAB), une zone de 2000 m², incluant la zone pour les animaux domestiques et une plantation tropicale. Tout ce que nous mangeons vient de là, à part quelques bananes, papayes et arbre à café qui proviennent de la forêt tropicale, ainsi que quelques fruits de la passion qui viennent de la savane. Cela produit de la nourriture pour les animaux qui est pour nous une source de lait, d'œufs et de viande. 2000 m, c'est vraiment une toute petite surface pour nourrir 8 personnes. Notons toutefois que nous nous sommes autorisés à mettre de côté une réserve de 3 mois de nourriture provenant de la ferme de Biosphère 2, et ce pour faire face au premier hiver.

La variété et la diversité de la nourriture est un besoin essentiel de l'homme – nous avons réalisé 2016 recettes en 2 ans.

La température et l'humidité sont gérées par de larges « air handlers » (sorte de ventilateurs, échangeurs) dans le sous-sol. La technosphère utilise également un système d'irrigation automatique qui arrose chaque plant de façon individuelle, en accord avec les besoins des différentes céréales. Même avec cette aide technique, nous devons fréquemment vérifier si tout poussait correctement.

Aussi efficace qu'était notre équipement, il n'y avait jamais de répit concernant le dur travail physique de fermier. Le système n'attendrait pas après nous pour s'ajuster à la vie dans Biosphère 2. Les champs près doivent être récoltés dès qu'ils sont prêts sous peine de perdre une partie vitale de notre production.

D'une certaine façon, les animaux sont des « machines à composter sur pattes ». Ils mangent joyeusement beaucoup de partie de plantes que nous ne pouvons digérer et les transforment en engrais que nous pouvons composter. Cependant, composter et pratiquer la jachère est la cause du relâchement de CO₂ dans l'atmosphère. Comme beaucoup d'autres aspects de la vie dans Biosphère 2, nous devons prendre en considération l'effet de chaque action sur le système tout entier.

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

Nous avons dû protéger nos céréales par une variété de technique saine, comme l'utilisation d'insectes prédateurs de ceux qui détruisaient nos récoltes (les « baddies »). 14 de ces alliés ont été introduit avant la fermeture. Nous avons également utilisé des variétés de céréales résistantes, des sprays sains et biodégradables, etc.

Pour profiter au mieux du soleil au travers de nos constructions, nous avons installé un système d'escaliers (4 larges au total dans l'IAB) et de mezzanines, qui nous a permis de gagner encore 75 m² de surface de plantation.

Chapitre 5 : la faim et les ressources

Faire la fête est devenu rapidement une part importante de notre vie de Biosphérien. Tout cela contrastait fortement avec l'expérience quotidienne d'avoir faim après chaque repas.

Au final, durant la seconde année, toute l'équipe s'accorda sur le fait que nous avions une excellente nourriture, et quelques fois, nous contemplions le fait que nous ne mangerons probablement plus jamais aussi bien à nouveau. Après tout, nous savions exactement d'où provenait toute notre nourriture, il n'y avait ni conservateur, ni sucre ajouté, ni graisse cachée. La notre était vraiment naturelle. Le seul problème, c'est que nous n'en avons jamais assez et nous n'avons jamais appris qui volait la nourriture.

Chapitre 6 : Le docteur est à l'intérieur

Tout le nécessaire médical de Biosphère 2 a été conçu pour minimiser les produits qui entraînent une pollution de l'environnement, qui pourrait contaminer notre petit monde fermé – pour cela, aucun produit chimique qui pourrait nuire à l'air ou l'eau n'a été testé.

Il est possible que notre long séjour dans Biosphère 2 nous ait rendu moins immunisé aux rhums les plus courants, parce que nous vivions dans un système protégé.

Roy a pu prendre en charge tous nos besoins médicaux, sauf un : Jane a dû sortir pendant 5 heures de Biosphère 2, après que la batteuse lui ait sévèrement coupé le bout d'un doigt. Son doigt a dû être remis en place par un chirurgien au centre médical universitaire de Tucson.

Pendant plus de 30 ans, Roy a étudié les effets des nutriments à haute valeur ajoutée et des régimes hypocaloriques sur les souris. Il a trouvé une série d'effets physiologiques incluant des taux très bas de cholestérol, de pression sanguine basse, un système immunitaire plus développé, un ralentissement notable du vieillissement, et une augmentation de leur durée de vie.

Dans les premiers mois, nous avons avoisiné les 1700 calories par personne et par jour. Nous l'avons vite remonté à 2000 et maintenu autour de 2200-2300 calories. Avec le temps, 2 mois

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

passèrent et chacun de nous avons passé notre premier bilan médical. Nous avons commencé avec des niveaux normaux de cholestérol avoisinant les 200. Maintenant, nous étions en dessous de 125, un niveau qu'on retrouve généralement chez les jeunes enfants. Roy a publié les résultats en décembre 1992 dans le « Proceedings of the National Academy of Sciences ».

Chapitre 7 : Le coté sauvage

Le SBV a créé le biome du désert (Wilderness Biome) à l'aide d'exemples qui existent dans les régions équatoriales de la planète. Ce biome, comme les autres, nécessite une infrastructure technique, et une main d'œuvre humaine pour maintenir le climat et autres conditions nécessaires à leur survie. Ils ne sont pas seulement beaux, mais essentiels si l'on souhaite conserver une atmosphère respirable. Ils nous apportent également une part importante de nourriture pour nous et nos animaux.

Le SBV a sélectionné les plus grands biomes rencontrés sur Biosphère 1 : la forêt, la prairie, le désert, l'océan, le marais, la zone agricole et la cité. En addition, nous avons ajouté la barrière de corail et la savane.

En plus du développement de certains talents, l'équipe de recherche a sélectionné quelques uns des plus complexes espèces, extrêmement organisées, qui opèrent comme des bio-indicateurs de l'état de santé du système au complet. Ces espèces seront les premières à montrer des symptômes si leur écorégion se détériore.

Les humains programment les ordinateurs pour réguler la température de l'air et l'eau, l'humidité, les précipitations, la brise, tout en s'assurant que les pompes continuent à faire les marées, les vagues, les chutes d'eau, et l'écoulement de l'eau dans les lits de rivières. Et les observations et les capteurs donnent les éléments permettant au système de s'autoréguler.

Les différents modèles de vent fournissent le moyen de réguler la température dans les différents biomes. Bien qu'il n'existe aucun mur séparant la forêt tropicale de la savane ou du désert, le vent provenant des différentes unités d'air conditionné ou réchauffé aide à maintenir la température de l'air et l'humidité dans ces différents biomes. Le vent joue aussi un grand rôle dans les processus écologique de pollinisation et autres procédés aéroportés, sans compter le plaisir qu'il procure aux humains. Mais la vitesse maximale du vent sous Biosphère 2 n'était que de 8 km/h. Notons qu'il y a 30 unités de « air handler ». Sans ces systèmes, en plein été, la température sous Biosphère 2 pourrait atteindre les 65 °C en quelques heures. C'est pourquoi nous sommes équipés de générateurs de secours, et d'un second set de tuyauterie entre le circuit d'eau de Biosphère 2 et la centrale d'énergie.

Les vagues sont générées par un système de tuyauterie de 15 mètres qui peut aspirer approximativement 38 m³ d'eau dans une chambre de 3 mètres de haut, et d'envoyer le tout au sud de l'océan pour créer une vague de 30 centimètres. Les courants et autres flux sont réalisés par plus de 20 pompes. Dans les marais, il y a des pompes pour chacun des 6 écosystèmes.

Chapitre 8 : La technosphère

Le sous-terrain de biosphère est comme un bateau de guerre. Dans ces sous-sols, il y a plus de 120 pompes, 45 air handlers, plusieurs kilomètres de câbles électriques et de tuyaux, des réservoirs d'eau, des ordinateurs, des filtres, un système à base d'algues pour filtrer les nutriments de l'eau de l'océan et des marais, les systèmes pour les précipitations, les échangeurs d'air thermiques, les systèmes de désalinisation, un recyclage chimique pour le CO₂ atmosphérique, des équipements de plongée, l'équipement de compost, et tout un autre tas de machines en tous genres. En plus de tout cela, un atelier divisé en 6 zones (mécanique, plomberie, électricité/électronique, menuiserie, travail du métal, et stockage) qui a été conçu pour nous laisser maintenir et réparer sans avoir à faire appel à une assistance extérieure. Un complexe réseau d'ordinateurs, capteurs, vidéos et de télécommunication fonctionne dans toute la Biosphère, fournissant des rapports en temps réel sur les systèmes techniques. En plus, un système basé sur la détection de vibrations permet de prévoir à l'avance les pannes du système.

Laser, notre responsable en chef des systèmes techniques, a réussi à travailler avec les biosphériens pour accomplir toute la maintenance et effectuer les diverses réparations, tout en utilisant moins de temps de l'équipe que nous l'avions prévu. Seulement 8% de tout le temps de travail des biosphériens ont été requis pour la réparation, la maintenance et l'évolution des systèmes. En plus, plusieurs systèmes ont été améliorés et Laser a même fabriqué de nouvelles machines auxquels nous n'avions pas pensé avant la fermeture.

Plus de 32 km de joints de vitres ont été couverts avec du savon afin de traquer les pertes d'air. Plus de 30 trous ont été découverts à l'aide de cette technique. Pour utiliser cette méthode, il faut avoir une pression légèrement supérieure à la pression extérieure.

Dans les poumons, il y a une grande membrane en caoutchouc hébergées sous de magnifiques dômes arches blancs qui sont connectées à Biosphere 2 au travers des tunnels. Comme la température monte durant la journée, l'atmosphère à l'intérieur de la structure fermée gonfle et se précipite dans les tunnels où les membranes pulmonaires grandissent pour s'accommoder. La nuit, quand la température tombe, l'atmosphère se contracte et le poumon de dégonfle.

Il nous était possible de calculer le total d'air qui quitte le système en mesurant la hauteur des poumons et en comparant avec le différentiel de hauteur qu'il y aurait du avoir sans cette perte.

L'eau est pompée dans l'océan et les marécages et vidé à travers les écrans tel des vagues à l'aide d'un sceau en plastique qui se remplit et se déverse lorsqu'il est plein. Ce système d'épuration à base d'algues simule l'action d'un récif d'algues naturel, qui conserve les nutriments de l'eau à un niveau bas en les utilisant pour faire rapidement grossir les algues. Nous avons découvert que ce système, en plus de requérir plus de 12 heures par semaine de travail de biosphériens, n'était pas efficace et était incapable de réaliser le travail attendu. Donc, 6 mois après le début de l'expérience, Laser et Gaie ont décidé d'utiliser un autre système pour enlever les nutriments de l'eau appelé «écumoire à protéine» (protein

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

skimmer). Les écumoirs sont composées de tubes en fibre de verre desquels sortent des bulles d'air. Quand les bulles s'élèvent contre la vapeur d'eau, ils dissolvent les tannins, les acides et les nutriments accumulés sur les bulles et sont éjectés de ces dernières. Laser a empilé de nombreux stocks de matériels différents dans Biosphere 2 au cas où nous devrions fabriquer un tout nouveau système. A cet effet, lui et Gaie se sont servis dans le stock de tubes, pompes, compresseurs d'air, etc. pour mettre au point les écumoirs à protéines.

Un des aspects les plus spécifiques au fait de vivre dans un milieu clos est que vous cherchez toujours un moyen pour utiliser l'espace et le matériel de façon plus efficace. Il ya aussi un autre aspect relatif à la maintenance : on ne peut pas mettre au rebut un appareil qui est cassé ou défaillant parce que nous n'avons pas l'option de sortir en acheter un nouveau !

Chapitre 9 : Contes pour animaux

Les animaux domestiques ont été choisis en fonction de leur productivité et de leur aptitude à survivre au régime que nous étions contraints de suivre. Ils mangent la partie des plantes que nous ne pouvons digérer comme les plans de patates douces ou les plans d'arachides, ou encore les tiges de sorgho. Ils transforment ce feuillage en lait et en œufs que nous pouvons manger, et leurs déjections permettent de faire du compost, notre source renouvelable de fertilisant pour sol.

La simple collecte de fourrage chaque jour prenait beaucoup de temps à toute l'équipe. A la fin, nous avons du nous faire au triste fait que nous ne pouvions supporter la présence des cochons dans notre système. Nous avons du les abattre et les mettre au congélateur pour composer certains mets.

Afin de pouvoir obtenir régulièrement du lait de chèvre, nous avons du planifier leur reproduction – donc nous avons eu régulièrement des naissances. Au moment où ils ont atteint une certaine taille, nous avons du tuer les jeunes.

Un accident tragique est lié à un petit singe qui a réussi à explorer le sous-sol technique et s'est électrocuté en touchant un transformateur électrique. Ce dernier avait une petite ouverture virtuellement invisible du sol, mais assez pour que la main du singe réussisse à se glisser.

De notre expérience, il semble que les interactions entre l'homme et les autres membres du monde animal représentent une partie importante des besoins de l'humanité. Nous aurions pu définir un régime végétalien, totalement exempt de produits provenant des animaux, mais les animaux domestiques ont enrichi autant nos vies que notre régime alimentaire.

Chapitre 10 : Un tube de test de 1.2ha

A la fin de la première année, il y avait plus de 60 projets d'expérimentation scientifique en cours.

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

Deux mille capteurs ont été installés dans Biosphere 2. Ces capteurs électroniques nous ont permis de mesurer des variables comme le CO₂, le pH, la température, le taux d'humidité, quand d'autres équipements d'analyse permettaient d'obtenir d'autres détails concernant l'eau et l'air. Chaque capteur est conçu pour ne mesurer qu'une seule chose, et les données mesurées sont envoyées à une série de stations informatiques qui peuvent traiter ces dernières et lancer les commandes adéquates. Tout cela constitue le système nerveux de Biosphere 2. Toutes les données sont archivées au centre de mission par sécurité. Toutes les 15 secondes ou 3 minutes, les capteurs mesurent les informations qui viennent s'accumuler derrière les précédentes, formant ainsi près de 10 Mo par jour.

Le dioxyde de carbone entre et quitte notre atmosphère des milliers de fois plus rapidement que sur la vaste atmosphère terrestre. La partie la plus importante de nos recherches a été de modéliser le cycle de carbone. 10% approximativement des 5 milliards de tonnes de carbone ajoutées à l'atmosphère terrestre chaque année n'est pas comptabilisé – on ne sait pas où cela va ! Le cycle n'est pas statique : il dépend de l'ensoleillement, de la température, des précipitations, de l'humidité, de la teneur en carbone et de sa structure moléculaire, des nutriments présents, etc. Les modèles de carbone sont utilisés à l'heure actuelle par les scientifiques et les gouvernements manquent d'informations et sont trop simplifiés.

Nous avons commencé en nous posant la question suivante : combien de carbone peut être stocké dans les tissus d'une plante. Avant la fermeture, les surveillants ont mappés la totalité de la Biosphère, identifiant la position exacte de chacune des 10.000 plantes. Durant les deux années, nous avons mesuré les caractéristiques de ces plantes pour avoir une idée de la façon dont ils poussent. En utilisant des techniques standards et quelques mesures (diamètre de la base de la plante, la taille de la plante, des feuilles, etc.) nous avons estimé le total de biomasse et de carbone.

Une clé importante du modèle de carbone est le sol qui agit comme un réservoir à carbone ; il contient 95% du carbone organique de Biosphere 2. Afin de conserver une bonne variété de sols, des divers habitats de notre monde, nos géologues ont créé plus de 30 sols différents (terrestres et marins). Des analyses chimiques, en particulier du carbone, azote, phosphore, vont montrer comment ces sols ont changé avec le temps. C'est seulement le début, car les rochers, l'eau, et même les animaux, contribuent aux fluctuations du cycle de carbone. A partir de tous ces relevés, nous serons en mesure de créer un modèle informatique dynamique du cycle de Biosphere 2.

Mais où part l'oxygène ? Il y a certainement des pertes dans le sol. L'oxydation des sols qui contiennent du fer et du soufre, la dénitrification du nitrogène, la formation de carbonate de calcium (caliche) dans certains sols... Finalement, en août 1993, le brillant travail de détective de Jeff Severinghaus, Wally Broecker, Bill Dempster, Martin Wahlen et Mike Brender, ont permis de comprendre que la plupart de l'oxygène est capturé sous forme de carbonate de calcium dans le béton qui protège le liner en acier trempé autour du sol et des murs de Biosphere 2.

Phil, de son côté, a développé un merveilleux système de monitoring du corail en utilisant un programme vidéo. En utilisant un stick de couleur et une règle entre chaque image, il mesure

Life Under Glass

The Inside Story of Biosphere 2

la croissance et la vitalité de ce dernier, minute par minute, ainsi qu'en mesurant la couleur de ce dernier.

Une de nos découvertes les plus étranges était que le taux de pesticides et autres composés chimiques toxiques, augmentait dans notre sang après fermeture. La raison de cela est que nous avons perdu pas mal de poids lors de notre adaptation à notre nouveau régime, et beaucoup de ces composés qui sont capturés par les tissus graisseux de l'organisme, ont été rejetés à ce moment là dans notre circulation sanguine.

La première expérience en milieu clos a été réalisée par des scientifiques russes. Yevgeny Shepelev est devenu le premier humain à vivre avec un support biologique en 1961 quand il a passé 24 H dans une chambre où l'algue chlorella régénérait son air et purifiait son eau. Les autres expériences ont été réalisées entre 1970 et 1980, il s'agit de Bios-3, avec 6 mois de fermeture, une douzaine de céréales représentant la moitié du régime alimentaire et recyclant l'air et l'eau pour des équipes de 2 et 3 personnes.

Epilogue

Nous avons été renouvelés grâce à cette expérience. Notre taux de cholestérol est encore actuellement à des niveaux extrêmement bas. Notre pression sanguine est plus basse et notre rythme cardiaque a ralenti également. Notre teint est clair puisque nous n'avons pas été exposés aux ultraviolets durant toute l'expérience. Nous avons consommé une nourriture extrêmement fraîche et décontaminée, une eau pure...

Note du traducteur : Il y avait 12 chapitres au total, mais je n'ai rien trouvé de très significatif dans les deux derniers, je n'ai donc rien repris à ce niveau.