



PISTES DE SOLUTIONS POUR CONTRER L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CULTURES DES POTAGERS URBAINS

Table des matières

Le constat	3
Le déclin de la biodiversité	3
Prolifération des ravageurs : exemple avec le scolyte	3
Pistes pour aborder au mieux notre façon de jardiner, face aux changements climatiques	3
Des pistes plus techniques à explorer	4
Cas particulier de la mise en place d'ombrages	4
Trois méthodes d'ombrage du potager.....	5
1. Fabriquer avec du bois de récupération ou autre une structure en bois.	5
2. Arbres et associations de plantes en permaculture, pour ombrer un potager de manière naturelle	5
3. Le filet d'ombrage.....	5
Evolution du climat en Belgique depuis 1890	6
ANNEXES (Récupération de la rosée et gestion de l'eau selon Sepp Holzer)	13



Le constat

Les périodes caniculaires sont de plus en plus longues et intenses. Or, au-dessus de certaines températures (variables selon les espèces et même les variétés), une plante ne peut plus se développer. Les périodes de sécheresses sont plus fréquentes et durables. Les averses de grêle de plus en plus violentes viennent souvent détruire des cultures entières. De même, les gelées tardives ont fréquemment raison des floraisons de fruitiers. Par exemple, en Suisse, les floraisons surviennent en moyenne 3 jours plus tôt chaque décennie, depuis les années 60. En 60 ans, c'est donc $3 \times 6 = 18$ jours de précocité de « gagné »..., ce qui les expose davantage aux gelées printanières.

Le déclin de la biodiversité

Ce déclin, en grande partie directement lié aux activités humaines (et les destructions d'habitats sauvages qui en découlent), est certes moins important en Occident (de l'ordre de 24%) que dans d'autres parties du monde (avec un summum en Amérique du Sud... avec un taux de 94% de déficit [source : WWF]). Il semble qu'en Occident nous ayons déjà perdu beaucoup de biodiversité avant les années 70, période où a débuté plus sérieusement l'analyse de la perte de la biodiversité.

Prolifération des ravageurs : exemple avec le scolyte

Les forêts d'épicéas sont décimées par l'intensification de la crise des scolytes, provoquée par un changement brutal du climat. La longue période de chaleur a permis le développement de trois générations d'insectes en lieu et place des deux générations habituelles. La pénétration des insectes dans le bois et le développement des larves détruit irrémédiablement le système vasculaire de l'arbre (source groupementdeggestion.be).

Les épicéas ont été plantés dans des zones qui ne sont pas ses zones d'origine et de prédilection (plutôt zone montagneuse, humide et froide)

Pistes pour aborder au mieux notre façon de jardiner, face aux changements climatiques

Source : table ronde Terre Vivante : <https://youtu.be/v0nQ5-Tsfk0> et jardiniers de l'Oasis

- Favoriser une grande diversité végétale (arbres, arbustes, fleurs, zones sauvages) pour équilibrer les populations animales, mais aussi pour maintenir une certaine fraîcheur au jardin en périodes chaudes
- Mettre en place des systèmes de récupération des eaux de pluies (cuves, mares, récolte de la rosée – voir document PDF), notamment en prévision des sécheresses estivales – récupération des eaux usées pour l'arrosage : eau de douche, eau de lavage des légumes. Si possible une eau grise de qualité (utiliser des savons biodégradables)
- Préparer un bon compost qui enrichit la terre, compost Jean Pain (Compost de broussaille)
- Utiliser du BRF (Bois Raméal Fragmenté) avec feuillage (taille de haies)
- Développer la pratique du paillage, non seulement pour économiser l'eau, mais aussi pour protéger et favoriser la vie dans le sol (qui fait partie de la biodiversité)
- Espacer les arrosages dans le temps, pour rendre les cultures moins dépendantes des arrosages, et les rendre plus résistantes par la même occasion- *arrosages plus copieux mais moins fréquents pour obliger les racines à aller chercher l'eau en profondeur*
- En périodes chaudes, arroser le soir (pour limiter les pertes par évaporation si arrosage le matin ou pire en plein soleil) et au sol, c'est à dire au pied des plantes (il y a un gros gaspillage d'eau avec les arrosages en aspersion... et arroser au pied évite bien des maladies cryptogamiques)
- Au printemps, ou lors de journées fraîches en été, arroser de bonne heure le matin (avant que le soleil ne brille)

- Faire des préparations à base de valériane (sorte de « rescue » contre le stress du gel ou stress hydrique)
- Sélectionner des variétés plus résistantes à la chaleur et à la sécheresse, et adaptées à votre terroir (climat, sol), ceci à partir d'observations (chaque année, testez différentes variétés et essayez de voir celles qui se comportent le mieux dans ces conditions)
- Adapter nos semences, en les reproduisant soi-même avec moins d'eau (voir la démarche de Pascal Poot qui cherche à obtenir des variétés moins dépendantes en eau : <https://youtu.be/SVq3xHBbVIw>)
- Profitez de cultures hautes (haricots à rame, tomates, topinambour... pour cultiver, à l'ombre de ces cultures, des espèces craignant particulièrement la canicule (notamment les salades ou les radis)
- Peut-être envisager de cultiver des espèces de régions plus chaudes
- Tenter de positiver en plantant plus tôt (réussite 1x sur 2 ou 3) ou en plantant des variétés au départ adaptés pour des régions plus chaudes.

Des pistes plus techniques à explorer

- Certains permaculteurs ont développé des techniques d'aridoculture : <https://bit.ly/3sr8Rio>
- L'agroforesterie qui est un mode d'exploitation des terres agricoles associant des arbres et des cultures ou de l'élevage : <https://www.agroforesterie.fr/definition-agroforesterie.php>.
- Livre sur la forêt jardin de Martin Crawford : <https://bit.ly/39a2mK6> (Créer une « forêt-jardin, » ou « forêt comestible, » consiste à planter une large palette de plantes comestibles à différentes hauteurs, en s'inspirant des systèmes forestiers. Grâce à leurs interactions mutuelles, les espèces choisies demandent peu de travail du sol, de désherbage ou de contrôle des ravageurs, et aboutissent à un système productif et en bonne santé.)
- Sepp Holzer et sa réflexion pour une bonne gestion de l'eau dans le livre « Désert ou paradis : <https://www.permaculturedesign.fr/livre-permaculture-desert-ou-paradis-sepp-holzer-permaculture-mise-en-place/>
- Technique des swales ou baissière : <https://youtu.be/GBB-RvYuOhs>
- Keyline Design ou Méthode d'aménagement des espaces agricoles (et urbains) d'Alfred Yeomans : <https://www.paysages-fertiles.fr/www/index.php/keyline-design>

Cas particulier de la mise en place d'ombrages

Source : www.rubusservices.com

Pourquoi créer de l'ombre au potager ?

En été, les légumes souffrent de la chaleur. Lorsque le potager est en plein soleil, il n'est pas rare de voir les feuilles brûler (apparition de taches jaunes et brunes), les plants se déshydratent et la terre sèche rapidement. Sous une chaleur étouffante, les cultures arrêtent de pousser. Dans ce cas, peu de récolte en vue ! Néanmoins, lorsque les cultures jouissent d'une bonne exposition au soleil mais d'une température adoucie par un ombrage, elles se développent à vitesse grand V.

Les défis des méthodes d'ombrage du potager

- Il est primordial de laisser l'air circuler entre les plantes.
- La pluie doit pouvoir tomber sur les cultures, pour profiter d'un arrosage gratuit.
- Pour créer un potager écologique, veillez à choisir des méthodes d'ombrage naturelles.

Trois méthodes d'ombrage du potager

1. Fabriquer avec du bois de récupération ou autre une structure en bois.

Une armature avec un toit en paille ou en plante grimpante. Dans ce cas, il vous faudra fixer quatre piliers et un cadre grillagé pour y laisser courir un toit végétal. Un pare-soleil, que vous placez au bord du potager ensoleillé pour obtenir une exposition mi-ombre des légumes fragiles. Là encore, vous pouvez faire grimper des plantes sur les paravents de bois, comme des haricots, des vignes ou des courges. En plus d'être efficaces pour créer de l'ombre sur les cultures sensibles, les structures en bois sont esthétiques et écologiques.

2. Arbres et associations de plantes en permaculture, pour ombrer un potager de manière naturelle

Pour apporter de l'ombre au potager en permaculture, on mise sur les associations de plantes ! Les arbres, évidemment, ajoutent des zones d'ombre sur les cultures. Mais cela prend du temps. À vos débuts, il vous faudra donc opter pour des plantes hautes pour protéger certaines plantes du soleil.

- Faites par exemple pousser du maïs et des haricots au-dessus des courges (association de légumes « les trois sœurs » « la milpa »)
- Les tomates évitent que les feuilles du basilic ne brûlent et protègent les radis de la sécheresse.
- Une courge qui court au sol crée de l'ombre sur la terre et en conserve la fraîcheur.
- Les fraisiers sauvages se développent à l'ombre des carottes ou des poireaux.
- Profitez de l'ombre apportée par les tournesols pour planter concombres, courges, navets et choux.

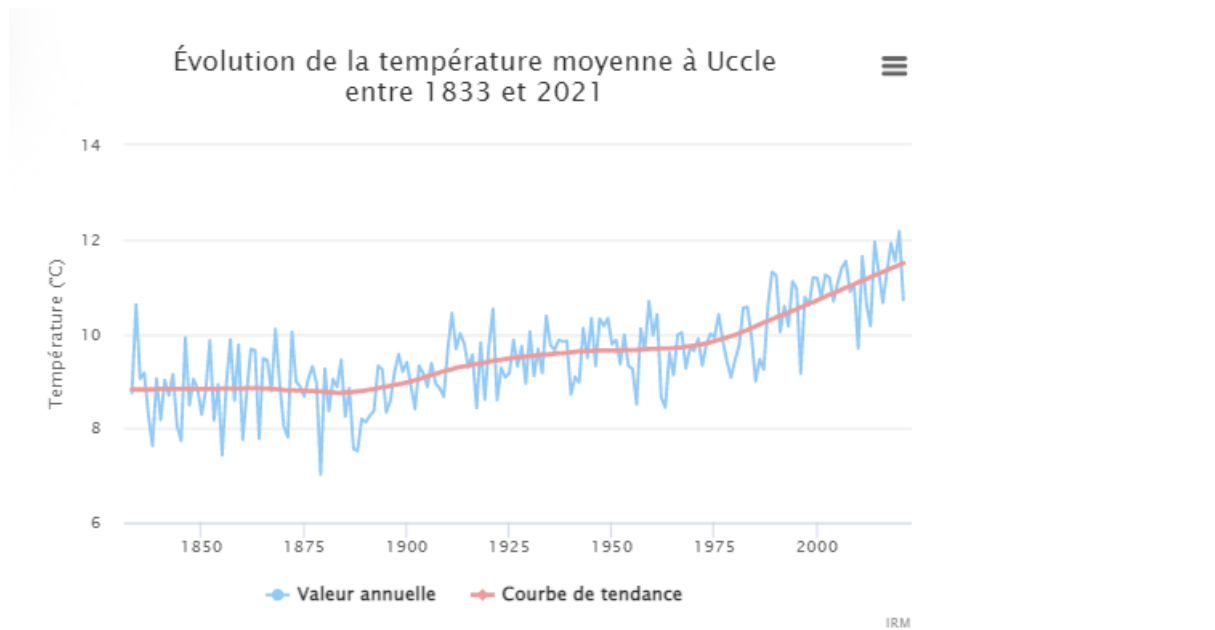
Les plants de laitues protègent les jeunes semis des rayons du soleil. Combinez plantes hautes et légumes fragiles. Ainsi, les larges feuilles créent de l'ombre pour les petits végétaux et les protègent de la sécheresse. Plantez des arbres fruitiers et arbres feuillus. D'ici quelques années, ils ajouteront de l'ombre au potager de manière naturelle... et plein de fruits à cueillir.

3. Le filet d'ombrage

Le filet d'ombrage, aussi appelé voile d'ombrage est une toile perméable qu'on étend au-dessus des cultures fragiles en plein été. Ce filet protège les plantes du soleil, tout en laissant passer l'eau de pluie et l'aération du vent. Un autre avantage du voile d'ombrage est sa facilité d'installation et de déplacement. Le problème ? Ce mécanisme d'ombrage est souvent en matières plastiques (polyéthylène ou polyester). Peu écologique et fragile, il ne représente pas un investissement long terme. Pour une alternative faite maison et recyclée, vous pouvez tirer des cordes à linge et y étendre un drap lorsque la chaleur est trop forte.

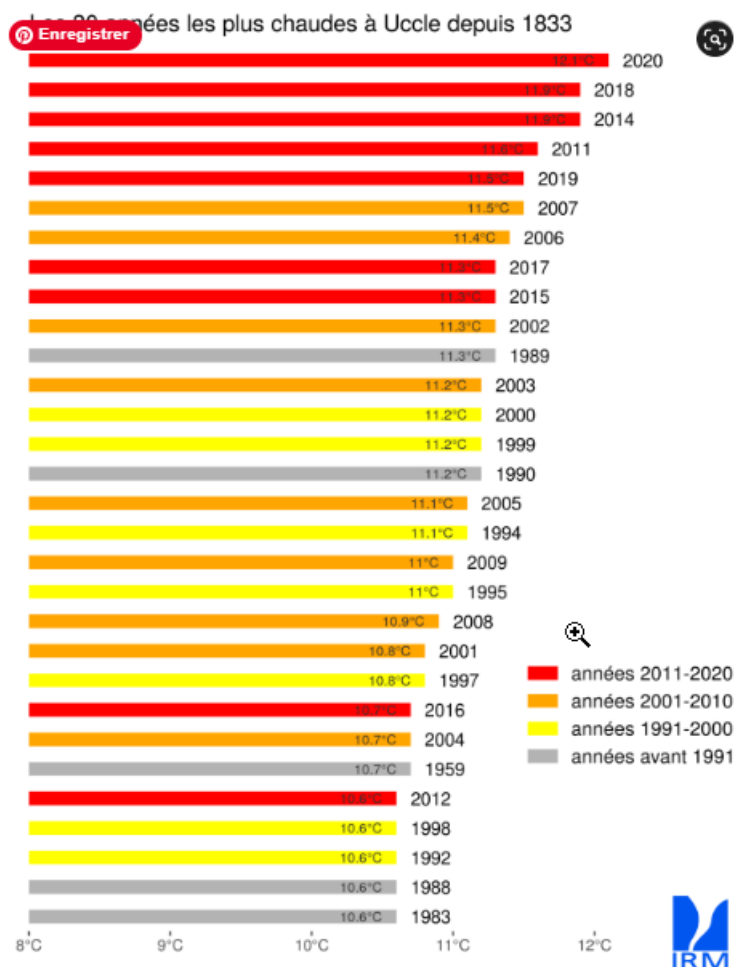
Evolution du climat en Belgique depuis 1890

Données <https://climat.be/>



Comment expliquer que le réchauffement global actuel observé est de +1,1 °C, alors qu'il s'élève à +1,9 °C en Belgique ?

Le réchauffement global reflète non seulement le réchauffement de la surface terrestre, mais aussi celui des océans. Or les océans, qui représentent 70 % de la surface de la Terre, agissent comme des tampons qui "absorbent" et ralentissent le réchauffement de l'atmosphère. On estime à plus de 90 % l'excès de chaleur dû aux gaz à effet de serre ainsi absorbé par les océans.



Lorsqu'une température annuelle moyenne est égale entre deux années ou plus, il n'y a pas d'ordre d'importance et l'année la plus récente est indiquée en premier (source : IRM)

Les 20 années les plus chaudes sont postérieures à 1988, tandis que les 20 années les plus froides ont toutes été enregistrées avant 1896.

Le réchauffement le plus important est observé en hiver (+0,45 °C par décennie). En été, la température la plus élevée observée a tendance à augmenter (+0,85 °C par décennie), comme le 25 juillet 2019 où un nouveau record a été battu (39,7 °C). Par ailleurs, le nombre annuel des températures nocturnes élevées (au moins 15 °C) augmente également (+3,9 jours par décennie depuis 1981).

Depuis 1981, chaque décennie compte en moyenne 2 nouveaux jours d'été (≥ 25 °C) et un nouveau jour de chaleur (≥ 30 °C). En hiver, les mesures enregistrées témoignent d'une nette tendance à la baisse du nombre de jours d'hiver où la température ne dépasse jamais 0 °C et du nombre de jours de gel où la température minimale est inférieure à 0 °C.

Températures annuelles moyennes de la Belgique de 1901 à 2020



Source : Berkeley Earth, NOAA, UK Met Office, MeteoSwiss, DWD, SMHI, UoR, Meteo France & ZAMG

Focus 2020 : l'année la plus chaude jamais mesurée

En 2020, la **température moyenne** à Uccle a été de 12,2 °C (normale : 10,6 °C). C'est un nouveau record absolu depuis 1833 car, pour la première fois, la température moyenne annuelle dépasse 12 °C. Le record précédent (11,9 °C) datait de 2018 et de 2014.

La **température maximale annuelle moyenne** a également atteint un nouveau record absolu : 16,1 °C (normale : 14,2 °C). Le record précédent ne datait que de 2018 (16,0 °C). La température minimale en moyenne annuelle s'élève à 8,1 °C, prenant la 2^e place derrière le record absolu de 2014 (8,5 °C).

L'hiver 2020 (de décembre 2019 à février 2020) occupe la 3^e place des hivers les plus chauds depuis le début des mesures à Uccle.

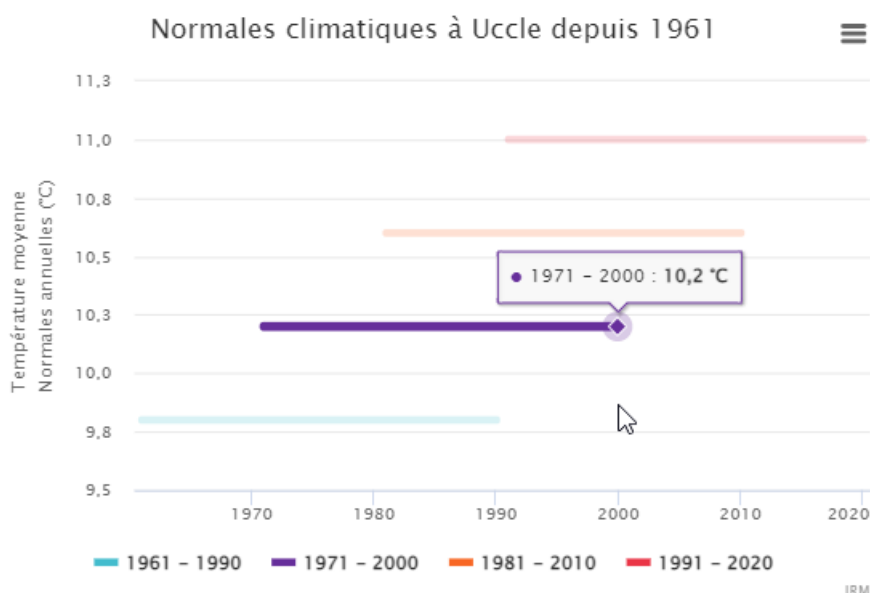
↘

Normales climatiques

Les normales climatiques sont des données statistiques (sur la température, la quantité de précipitation, la durée d'insolation, la vitesse du vent, la pression atmosphérique, etc.) calculées sur des périodes de 30 ans. Elles permettent de caractériser le climat sur une période suffisamment longue pour servir de référence. Tous les dix ans, l'IRM calcule les nouvelles normales pour les principales variables du climat. Cette actualisation est définie au niveau international par l'Organisation météorologique mondiale [Q](#).

Depuis le 25 janvier 2021, la nouvelle période de référence 1991-2020 remplace celle de 1981-2010. Est-ce que cela change beaucoup de choses ? Oui, car comparer des périodes illustre beaucoup plus nettement à quel point le climat change en Belgique.

Voici par exemple l'évolution des normales de température depuis 1961 : la température moyenne a augmenté de 1,2 °C à Uccle entre la première période (1961-1990) et la dernière (1991-2020).



Vagues de chaleur

On observe une augmentation du nombre de vagues de chaleur depuis 1981 (+0,3 par décennie). Ces dernières années, leur fréquence augmente (au moins une vague de chaleur par an depuis 2015), ainsi que leur durée (+2 jours par décennie) et leur intensité (+ 1 °C/jour par décennie).

Focus 2020 : une vague de chaleur sans précédent

Cette tendance au réchauffement s'exprime également dans les valeurs extrêmes. Durant l'été 2020, nous avons connu une vague de chaleur qui a duré pas moins de 12 jours (du 5 au 16 août 2020) et au cours de laquelle des maxima jusque 35,9 °C ont été mesurés à Uccle. **De plus, la semaine du 6 au 12 août inclus a été la semaine la plus chaude jamais enregistrée dans notre pays.**

Précipitations

On observe une augmentation de la quantité annuelle de précipitations (+ 9 %) entre le milieu du XIX^e siècle et les 3 dernières décennies. Depuis 1981, cette augmentation est légère. Les printemps sont plus secs depuis les années 1990, alors que la fréquence des précipitations journalières abondantes (au moins 20 mm) a augmenté en été et annuellement depuis 1981 (respectivement, +0,6 jour et + 0,5 jour par décennie).



Inondations à Deux Acren en province du Hainaut, janvier 2011.

En ce qui concerne les précipitations neigeuses, on observe depuis le début du XXI^e siècle une grande variabilité d'une année à l'autre. Les six dernières années ont malgré tout été relativement peu neigeuses.

Focus 2020 : moins de précipitations qu'en moyenne

L'année 2020 a de nouveau été **une année très sèche**. Il n'est tombé à Uccle qu'un total de 731,9 mm de précipitations (normale : 852,4 mm). Cette quantité totale est tombée en 169 jours (normale : 198,7 jours). **Avril et mai 2020 ont été les mois les plus secs à Uccle depuis le début des mesures en 1833**, avec une quantité totale de précipitations de 24,4 mm.

Avec seulement 2 jours de neige, l'hiver 2020 termine en 4^e position des hivers les moins neigeux, juste derrière les hivers 1990, 2008 et 2014 (avec, à chaque fois, un seul jour de neige). Durant l'année, aucun enneigement n'a été observé sur les chaussées d'Uccle, soit la 4^e fois depuis 1889[CS1] . Les autres années sans enneigement ont été 1920, 1961 et 1989.

Sur l'ensemble de l'année, **beaucoup moins de jours d'orage** ont été enregistrés dans le pays qu'en moyenne (80 jours, normale : 94,5 jours). 2020 est ainsi la 7^e année la moins orageuse depuis 1981, ex-aequo avec 1987.

Niveau de la mer

Le niveau de la mer augmente en Belgique. A Ostende, le niveau a grimpé d'un peu plus de 11 cm depuis 1950. Cette tendance à la hausse est également dans d'autres stations de mesures (Nieuwpoort, Zeebrugge).

Et à l'avenir ?

Les projections climatiques construites pour le territoire belge prévoient...

- **Un climat plus chaud** : En 2100, le réchauffement se situerait entre +0,7 °C et +5 °C (selon les scénarios RCP 2.6 et RCP 8.5 respectivement), l'augmentation étant certainement plus marquée en hiver qu'en été. Le nombre de vagues de chaleur s'accroîtrait également : à partir de la seconde moitié du XXI^e siècle, au moins une vague de chaleur est attendue par été, quel que soit l'environnement (rural et urbain). À Bruxelles en particulier, du fait de la bétonisation (accroissement des surfaces dures telles que l'asphalte ou le béton), les vagues de chaleur tripleraient en 2100, leur intensité doublerait et leur durée augmenterait de moitié. Enfin, le nombre de sécheresses serait également plus élevé dans tout le pays selon le scénario RCP 8.5.
- **Un renforcement des précipitations** : En 2100, les hivers deviendraient beaucoup plus humides (selon le scénario RCP 8.5) et les étés ne connaîtraient qu'une légère, voire aucune, baisse de précipitations. Le nombre de jours de fortes précipitations (plus de 10 mm de précipitations) augmenterait également.

Scénarios RCP

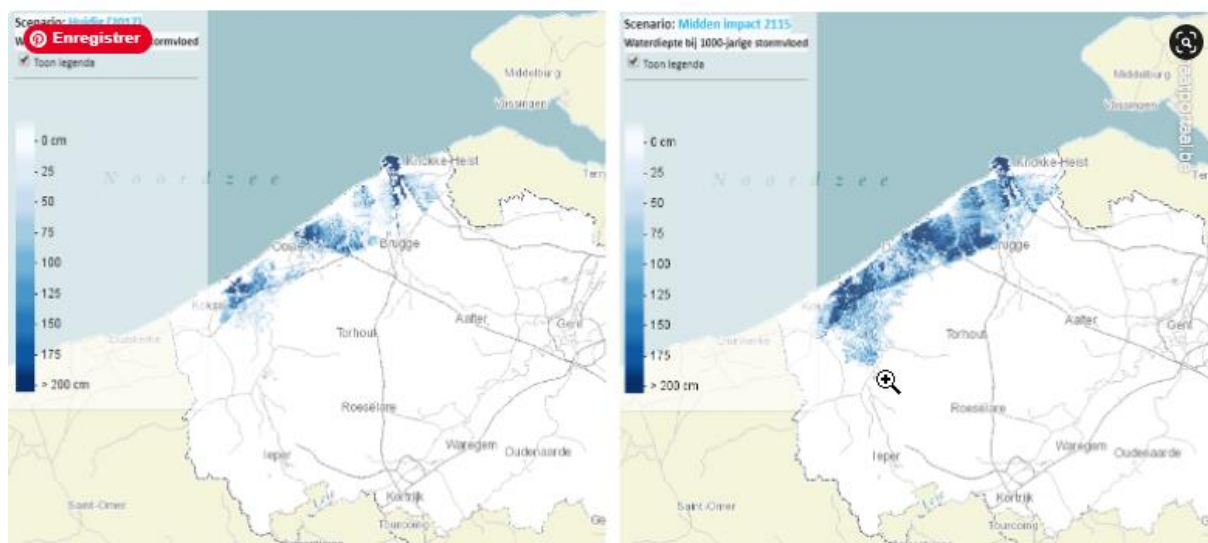
Afin de modéliser le climat futur, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) a défini sous l'acronyme de RCP (pour representative concentration pathways) différents scénarios d'évolution de la concentration des gaz à effet de serre qui tiennent compte des évolutions socio-économiques possibles.

Ainsi :

- RCP 8.5 fait l'hypothèse d'une forte augmentation
- RCP 4.5 fait l'hypothèse d'une augmentation et d'une stabilisation progressive
- RCP 2.6 fait l'hypothèse d'une augmentation, suivie d'une diminution d'ici la fin de ce siècle.

Bien que le scénario RCP 8.5 soit le plus pessimiste de tous les scénarios utilisés par les scientifiques, c'est celui qui se rapproche le plus des valeurs d'émissions actuelles des gaz à effet de serre.

À l'horizon 2100, les projections prévoient **une élévation** de 60 à 90 cm du niveau de la mer sur la côte belge, voire de 200 cm dans le scénario le plus pessimiste



Un calcul des risques d'inondation lors des tempêtes "extrêmes" (onde de tempête du millénaire) :
à gauche les dégâts attendus de la situation actuelle, à droite une projection (scénario modéré) pour 2100.
(source : [VMM](#))

ANNEXES (Récupération de la rosée et gestion de l'eau selon Sepp Holzer)



Projet tutoré du semestre 2 : Mesures Physiques

Année 2007

La récupération de la rosée



MOREAU Sandra

MP1, groupe D2

SOMMAIRE

Introduction.....	2
Qu'est ce que la rosée ?	3
<i>Définition</i>	<i>3</i>
<i>Les conditions de formation de la rosée :</i>	<i>3</i>
Comment récupérer ces précieuses gouttes ?	6
<i>Les différentes techniques :</i>	<i>6</i>
L'OPUR	7
<i>Qu'est ce que l'OPUR ?</i>	<i>7</i>
<i>La découverte des puits aériens :</i>	<i>8</i>
<i>Les développements technologiques :</i>	<i>10</i>
<i>Les projets :</i>	<i>11</i>
Conclusion	15
<i>Informations complémentaires :</i>	<i>15</i>
Bibliographie.....	16
<i>Livres :</i>	<i>16</i>
<i>Liens Internet :</i>	<i>16</i>

Introduction

A l'heure où l'on commence à se poser des questions sur notre environnement, on se rend compte que la nature n'est pas généreuse partout. L'eau que l'on considérait jusqu'à maintenant comme inépuisable et abondante devient une richesse à préserver.

Avec le réchauffement planétaire on remarque déjà les canicules et le manque d'eau qui s'accroît dans certains endroits. De nombreux scientifiques se posent donc des questions pour notre avenir : Comment préserver l'eau ? Par quels moyens pouvons nous récupérer de l'eau notamment dans les pays où la pluviométrie est moindre ? Sont-ils applicables à grande échelle ?

Parmi ces nombreux scientifiques, certains se sont ardemment penchés sur la récupération de la rosée qui se forme dans des conditions bien particulières mais dans des lieux où les autres sources d'eau sont peu nombreuses. En effet, comme le fait remarquer Daniel Beysens (dont on fera souvent allusion dans ce dossier), notre atmosphère contient presque autant d'eau sous forme de vapeur ($12\,900\text{ km}^3$) que nous en disposons sous forme liquide sur les terres habitées ($12\,500\text{ km}^3$). Il paraît alors logique de chercher à récupérer cette eau qui apparaît finalement être à notre portée.

Grâce à de nombreux documents, en m'appuyant surtout sur les recherches du professeur Beysens et de ses collègues, j'ai cherché à comprendre et à expliquer ce qu'est la rosée, les moyens de la récupérer ainsi que leurs applications actuelles et futures. Je me suis aussi penchée sur l'histoire de ces découvertes et sur ce qui a poussé les scientifiques à s'attarder sur la question et à trouver des innovations technologiques afin de rendre aujourd'hui la rosée une source d'eau potable.

Qu'est ce que la rosée ?

Définition

Chacun de nous connaît ce phénomène que l'on observe le matin, de fines gouttelettes d'eau apparaissent dans l'herbe, les toiles d'araignées... dans nos jardins et nos campagnes sans même qu'il n'est plu. C'est ce phénomène naturel qu'on appelle la rosée.

Mais d'où vient donc cette eau ? Qui ne s'est jamais posé la question ?

La rosée est en réalité due à des conditions d'humidité et de températures bien précises. Dans ces conditions bien définies, une étrange réaction se produit : l'eau de l'air se condense et passe ainsi de l'état gazeux à l'état liquide sous forme de fines gouttelettes...



Les conditions de formation de la rosée :

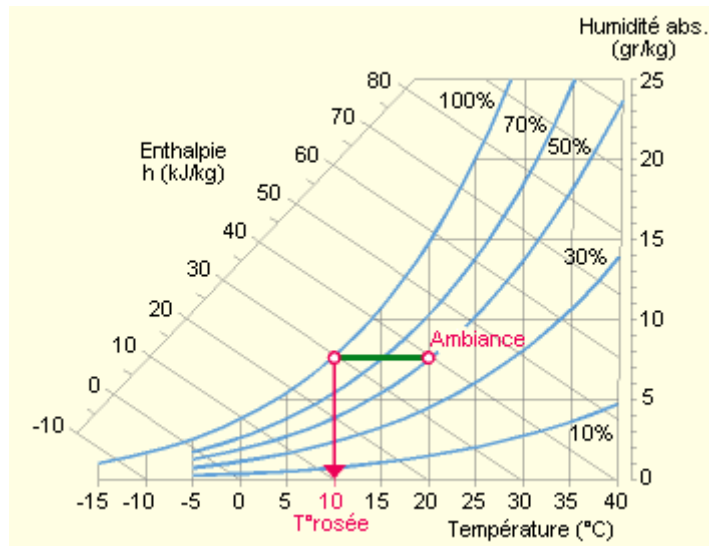
Etude générale :

La rosée se forme le matin, au lever du jour, quand la température du sol ou de toute autre surface (herbe, toile d'araignée, feuille...) baisse au point de déclencher la condensation de la vapeur d'eau.

Les conditions idéales pour l'apparition de la rosée sont : une nuit claire et calme, un air humide près du sol, un faible degré d'humidité de la couche d'air supérieure et, en général, un vent calme (moins de 5 km/ h). En effet, l'absence de vent et de nuages permet un refroidissement plus rapide de l'air.

Etude thermodynamique :

Les conditions de formation de la rosée correspondent à une courbe appelée courbe de rosée qui dépend des températures sèches et humides de l'air et donc de l'humidité relative (pourcentage d'eau dans l'air ambiant). On construit pour cela des diagrammes psychrométriques comme celui-ci :



On prend la température ambiante (en abscisses) et l'humidité relative (en **bleu**), on cherche ensuite à atteindre la courbe de rosée (courbe **100%**) et on trouve ainsi la température de rosée.

Ces conditions peuvent être regroupées pour former un tableau tel que celui ci-dessous :

		Température de l'air ambiant (en °C)										
		-6,67	-1,11	4,44	10	15,56	21,11	26,67	32,22	37,78	43,33	48,89
Humidité relative (en %)	90	-7,78	-2,22	2,78	8,33	13,89	19,44	25,00	30,56	36,11	41,66	47,22
	85	-8,33	-3,33	2,22	7,22	12,78	18,33	23,87	28,89	35,00	40,00	45,00
	80	-8,89	-3,89	1,11	6,67	12,22	17,22	22,78	27,78	33,89	38,88	43,33
	75	-9,44	-4,44	0,56	5,56	11,11	16,67	21,67	26,67	32,78	37,78	42,22
	70	-10,56	-5,56	-0,56	4,44	10,00	15,55	20,00	25,56	31,11	35,56	40,56
	65	-11,11	-6,67	-1,67	3,33	8,33	13,89	18,89	24,44	29,44	33,89	39,44
	60	-11,67	-7,22	-2,78	2,22	7,22	12,78	17,78	22,78	28,33	33,33	38,33
	55	-12,78	-8,33	-3,89	1,11	6,11	11,67	16,11	21,11	26,67	31,67	36,67
	50	-14,44	-9,44	-5,00	-0,56	4,44	10,00	15,00	19,44	25,00	30,00	34,44
	45	-15,56	-10,56	-6,11	-1,67	2,78	8,33	13,33	17,78	22,78	27,78	32,78
	40	-17,22	-11,67	-7,78	-3,33	1,66	6,11	11,11	16,11	20,56	25,56	30,56
	35	-18,89	-13,33	-8,89	-5,00	-0,56	4,44	8,89	13,89	18,33	23,33	28,33
	30	-21,11	-15,56	-10,56	-6,67	-2,22	2,22	6,67	11,11	16,11	20,56	25,00

On a ici deux exemples :

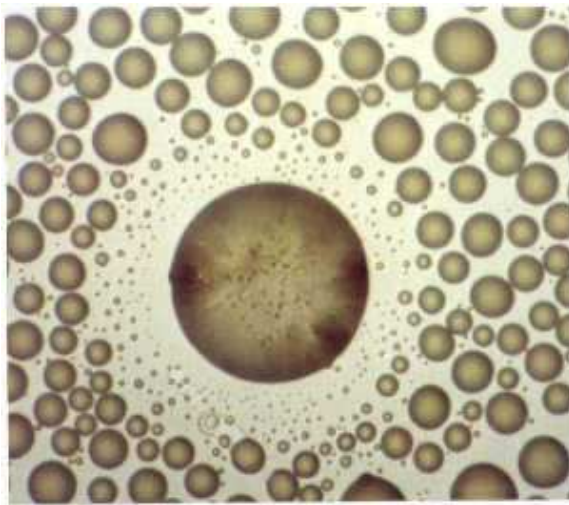
Si la température sèche ambiante est de 15,56°C et que l'air contient 55% d'humidité, la rosée se formera si la température est de 6,11°C (cas difficile à atteindre)

Si la température sèche ambiante est de 21,11°C et que l'air contient 85% d'humidité, la rosée se formera si la température est de 18,33°C (cas beaucoup plus simple à obtenir car il suffit d'un différentiel de 3°C pour la condensation)

Pour obtenir ce différentiel de température on connaît un système simple de condensation qui est de mettre en contact l'air avec un support plus froid (plaque de métal ou de verre). Dans les meilleures conditions il suffit ainsi d'un différentiel de température de 2°C à 8°C pour obtenir de l'eau sous forme liquide.

La rosée se crée naturellement la nuit grâce aux échanges radiatifs, en effet les différentes surfaces émettent des rayonnements infrarouges qui les refroidissent, ces derniers sont plus importants lorsque le ciel est dégagé d'où les conditions de formation de la rosée durant les nuits claires et calmes.

Il existe un phénomène assez surprenant durant la réaction qui mène à la formation de la rosée. Une fois qu'une première gouttelette d'eau s'est formée, au moment précis où l'on atteint le point de rosée, elle est de taille microscopique. Les gouttes formées deviennent de plus en plus grosses car elles se regroupent, on dit qu'elles « coalescent ». Ce qu'il y a de plus surprenant est que sur une surface donnée, même si les gouttes deviennent de taille plus importante, la surface sèche (où il n'y a aucune présence d'eau) reste de même proportion soit environ 50%. En effet lorsqu'elles coalescent, les gouttes grossissent dans la 3^{ème} dimension et n'occupent pas une plus grande surface.



On voit ici des gouttes d'eau en coalescence

Comment récupérer ces précieuses gouttes ?

Les différentes techniques :

Celles exploitées à ce jour :

A ce jour les systèmes existants visent plutôt à une récolte du brouillard, qui est à différencier de la rosée. Le brouillard est déjà sous forme liquide, il se forme par condensation, tout comme la rosée, mais directement dans l'atmosphère sur les particules et poussières qui la compose, aussi appelés « sites de condensation ».

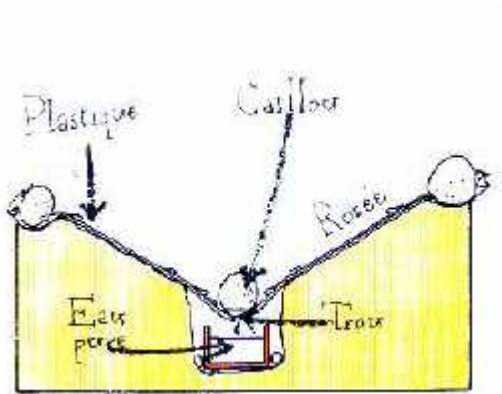
Il existe différentes techniques :

Au Chili, dans les régions de haute altitude, les montagnes bloquent les nappes de brouillard. Les habitants récupèrent donc cette eau grâce à des grillages en plastique à mailles fines sur lesquels elle se dépose.

En partant du même principe, en Namibie et aux Canaries, ont été installés des « filets attrape brouillard » qui permettent d'alimenter en eau les cultures locales.

Les systèmes de récupération de la rosée principalement existants aujourd'hui sont ceux développés par l'OPUR et ses partenaires que nous développerons plus loin dans ce dossier.

Petite expérience à réaliser chez soi :



Voici un petit montage assez facilement réalisable par soi-même (tout de même prévoir un lieu ou creuser un trou).

Comme montré sur le dessin ci-contre, il suffit de creuser un trou en V très ouvert puis un plus profond où placer le récipient pour récupérer notre eau. Ensuite, recouvrir de plastique le trou en laissant une ouverture au fond.

La nuit, si la température extérieure descend assez bas pour atteindre le bon différentiel, défini précédemment, avec la température du sol, de la rosée se forme sur les parois et coule doucement jusqu'au fond du trou. Le matin on peut ainsi récupérer quelques centilitres d'eau pure venue du ciel.

Pour ma part les résultats ont été peu probants étant donné qu'il pleuvait souvent et que les conditions étaient assez mauvaises. Mieux vaut tenter cette expérience en été.

L'OPUR

Qu'est ce que l'OPUR ?



Organisation Pour l'Utilisation de la Rosée

(Association Loi de 1901)

L'OPUR est donc le nom de l'association créée en 1999 par Iryna Mylymuk et Daniel Beysens pour promouvoir l'utilisation de la rosée comme source d'eau potable puis par élargissement toutes les sources d'eau alternatives. Les adhérents, qui se nomment les roséphiles, soutiennent toutes les actions qui visent à une diffusion des utilisations de la rosée. Ainsi l'OPUR soutient des projets tant scientifiques que littéraires ou artistiques.

Sa création est née des découvertes de Daniel Beysens, chercheur reconnu et très intéressé par l'eau, ses différentes facettes et utilisations. Après de multiples rencontres et péripéties en France et en Ukraine à la recherche des vestiges de ces « puits aériens » qui permettraient de récupérer l'eau de l'air ambiant sous forme de rosée, il s'associe avec Iryna Mylymuk pour créer l'OPUR. Ces aventures sont racontées dans leur livre récemment paru « *À la poursuite des fontaines aériennes* ».

L'OPUR est aujourd'hui la seule association ayant ce but et est devenue une référence dans le domaine de l'eau, sous toutes ses formes. Elle reste à l'écoute de tous les projets et de toutes les questions sur les condenseurs de rosée ; elle est ainsi citée dans de nombreux articles et participe à des expositions et des conférences.

OPUR
60, rue Emériau, 75015 Paris (France)
tel/fax : 33 (0) 1 45 77 42 66; email: opur@icmcb.u-bordeaux.fr
www.opur.u-bordeaux.fr

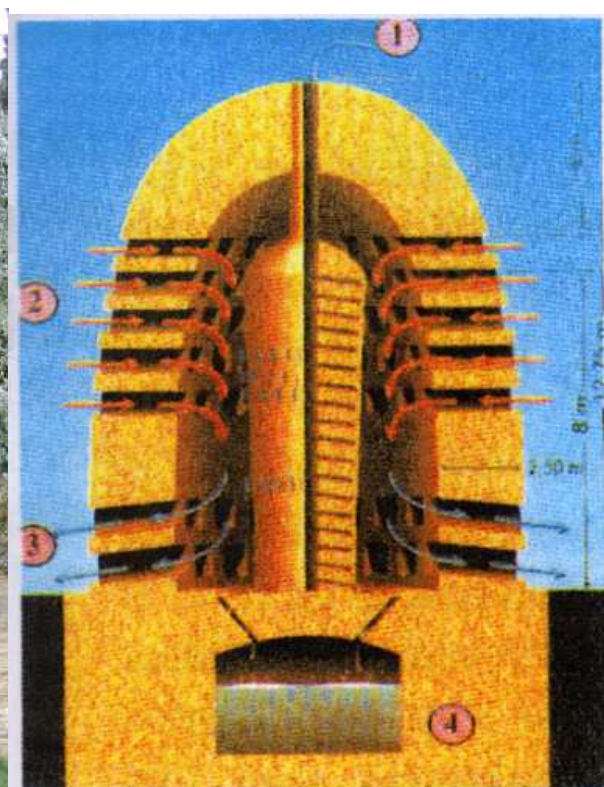
La découverte des puits aériens :

L'OPUR n'aurait sans nul doute jamais existé sans l'intérêt communicatif de D. Beysens pour ces « puits aériens ». Il en existe de nombreux à travers le monde bien qu'il semble qu'ils n'aient jamais fourni le rendement attendu. Cependant de nombreux « mythes » sont nés de ces constructions. Tentons de retracer le chemin que parcourut le professeur Beysens.

En France, à Trans en Provence, il existe une énorme construction dont l'utilité est longtemps restée inconnue. Il s'est avéré que c'était en réalité un « puits aérien » construit par un scientifique : M. Knapen. Même si cet édifice n'a, au final, pas produit les résultats escomptés se fut un point de départ important dans les recherches des chercheurs de l'OPUR.



Photo (nord) de la partie extérieure du puits aérien de Trans en Provence



Coupe schématique du puits aérien

(1) le haut de la cloche avec le tuyau métallique qui prend l'air à l'extérieur

(2) Cinq rangées d'ouvertures supérieures

(3) Deux rangées d'ouvertures inférieures

(4) Assise de l'ouvrage et citerne de stockage de l'eau

Document extrait de la brochure du Syndicat d'Initiative de Trans en Provence

Après la découverte de cette construction et de son fonctionnement théorique, Daniel Beysens et ses acolytes sont partis en Crimée (presqu'île du sud de l'Ukraine) dans la ville de Féodosia qui disait-on était, dans l'antiquité, alimentée en eau grâce à un système de récupérateurs de rosée. En effet des recherches ont prouvées qu'aucune source d'eau potable n'existait dans les montagnes environnantes étant donnée leur structure géologique. La présence de nombreux tumulus incita nos scientifiques à des recherches plus poussées. Bien que leur première piste se soit avérée fausse, ils découvrirent les vestiges d'un condenseur :



Etat actuel du
condenseur de rosée
de Féodosia.
(Photo d'octobre 1993)



Maquette du condenseur de
Féodosia réalisée après
étude de la structure en
1995

Ce condenseur de rosée aux dimensions gigantesques était le projet de Zibold, un responsable forestier, au début du 20^{ème} siècle. Il faisait plus de 20m de diamètre pour un volume d'environ 600m³ ce qui représente des travaux de grande envergure même pour l'époque.

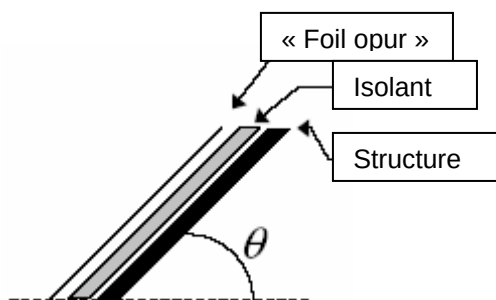
Après des recherches dans les anciens documents de la bibliothèque de Féodosia, on a découvert que ce puits avait fourni de grandes quantités d'eau (jusqu'à 360 litres d'eau par jour) durant plusieurs années avant d'être abandonné à cause d'une fuite dans la structure.

Les développements technologiques :

Après avoir étudié les différents « puits aériens » qu'ils avaient découverts les scientifiques de l'OPUR ont débutés leurs propres recherches sur un système plus léger et surtout plus fiable de récupération de la rosée. En effet ils ont découvert que le principe des constructions de Trans en Provence, de Féodosia et autres copies à travers le monde, était totalement correct, la maçonnerie atteignant au milieu de la nuit des températures assez froides pour condenser l'air qu'elle renfermait. Cependant, les rendements réels étaient de loin inférieurs aux rendements théoriques prévus comme dans toute expérience.

Il était donc nécessaire, pour obtenir de plus grandes quantités d'eau, de construire un modèle qui se refroidisse plus rapidement pour atteindre les conditions optimales du point de rosée. Donc utiliser un matériau moins épais et qui ait un fort pouvoir radiatif pour un plus grand refroidissement infrarouge et qui soit fortement hydrophile pour que l'eau s'y forme plus facilement. De plus ce système se devait d'être peu coûteux car principalement destiné aux régions pauvres.

Après de multiples recherches et tests, et grâce à tous les passionnés qui se sont investis dans ce projet ambitieux, un nouveau matériau a été créé. Ce nouveau matériau a été nommé « *foil opur* ». Bien que sa composition réelle reste en partie secrète, il est composé en grande partie de polycarbonate traité anti-UV.



On voit sur ce schéma le principe des condenseurs quels qu'ils soient, l'isolant et l'inclinaison peuvent varier en fonction des modèles.

Différents modèles sont dès à présent commercialisés sur leur site Internet :



Ce modèle (CRSQ-0.25 soit 0,25m²) permet de faire des « expertises de sites » et ainsi vérifier la production de rosée dans un lieu avant d'y implanter une plus grande structure.



Ce modèle ci (CRQ – 30 soit 30m²), exploité en Corse, est destiné à la récolte de grandes quantités d'eau.

Bien que les projets de l'OPUR soient multiples, les principaux sont tout de même de nature scientifique et surtout à but humanitaire, dans les pays où l'eau est un réel problème.

-

Aboutis :

USINE DE ROSEE EN INDE

Le plus grand projet de l'OPUR à ce jour est cette usine de rosée dans le nord de l'Inde.

Dans cette région en effet, la pluviométrie est très faible (300mm/an) et les nappes phréatiques se vident à grandes vitesse amenant un risque de pollution si le niveau des nappes atteint celui de la mer.

Le professeur Girja Sharan ayant déjà obtenu de bon résultats dans cette région où la rosée semble être fréquente, il entreprit, en partenariat avec l'OPUR la construction d'un condenseur de rosée sur le toit d'une grange de 300m² et obtint une moyenne de 23L/jour pour le meilleur mois. Cela encouragea et les chercheurs et le gouvernement indien à projeter la construction d'une immense usine de rosée sur le lieu d'une ancienne mine à ciel ouvert et qui pourrait produire jusqu'à 1000L/jour pour les habitants de la région.



On voit ici les travaux en cours. Cette eau récupérée est destinée à être mise en bouteille et distribuée à la population.

Ce projet étant un grand succès, il se développe en Inde une politique de multiplication de ces initiatives et notamment des condenseurs situés sur les toits des maisons. L'OPUR a maintenant de nombreuses demandes pour la réalisation d'autres usines de rosée dans ce pays où l'eau est réellement un problème.

En cours :

PROJETS EN CROATIE

Depuis quelques années déjà, les scientifiques de l'OPUR procèdent à des tests et mesures en différents sites croates pour y implanter des condenseurs produisant de grandes quantités d'eau. Il existe en effet des îles dalmates où les ressources en eau sont quasiment inexistantes et où l'arrivée de touristes pose de nombreux problèmes.

Ils implantent alors des toits optimisés comme en Inde pouvant condenser la vapeur de l'air et ensuite stocker l'eau obtenue.



Si ces toits s'avèrent être performants, les habitants sont déjà prêts à élargir l'expérience sur des surfaces plus importantes.

Le projet de départ a donc presque abouti reste à le faire perdurer et grandir.

ANTENNE OPUR A TAHITI

L'île de Tahiti est aussi lieu de mesures préparatoires à l'installation de condenseurs de rosée. En effet, bien que l'eau ne manque pas à certaines périodes de l'année, il en est d'autres où elle manque, notamment à la fin de la saison sèche.

COLLECTE DE ROSEE EN ISRAEL

En Israël deux projets sont menés en parallèles pour comparer les résultats et rendements de condenseurs de rosée en deux points climatiquement différents dans un même pays.

Ainsi les scientifiques de l'OPUR font des mesures à la fois à Jérusalem, en zone urbaine, et dans le désert du Néguev qui est une zone aride par définition.

Des mesures sont faites depuis juin 2003 sur le toit de l'Université Hébraïque de Jérusalem (altitude : 780 m). Ces trois années de données démontrent que la meilleure période pour la collecte de rosée (qui correspond à 4-6 L/m²/mois) est la période chaude d'été avec une faible pluviométrie (juillet à septembre), en dépit des nuits courtes ne favorisant pas le refroidissement radiatif.

Les volumes maximum quotidiens de rosée se sont également produits pendant ces mois, atteignant parfois quasiment 0,6 L/nuit/m² - un record absolu à OPUR

Prévus :

RECUPERATION DE ROSEE EN NAMIBIE

En collaboration avec le Dr. J. Henschel, le directeur du Centre de formation et de recherches de Gobabeb, en Namibie Centrale, l'OPUR prévoit une campagne de mesures sachant déjà que la moyenne pluviométrique annuelle est très basse : 27 millimètres et donc que l'aide est nécessaire et rapidement. Ils envisagent donc une utilisation comme source supplémentaire d'eau potable la rosée obtenue par condensation.

ETUDES DE ROSEE EN AFRIQUE DU SUD

Le Dr. Mills s'est intéressé au rôle de la rosée dans l'activité microbienne du sol et son cycle nutritif, ainsi que par son influence sur les fynbos et la végétation de karoo de l'Afrique du Sud occidentale. Il cherche ainsi à savoir si l'eau de la rosée a des propriétés particulières comparées à l'eau de pluie ou des puits servant à l'irrigation des cultures.

ETUDE D'UNE NOUVELLE ARCHITECTURE DE CONDENSEUR



Le centre de développement de l'OPUR situé en Corse expérimente une nouvelle forme de condenseur : un cône formé de 10 panneaux triangulaires.

Il s'avère que pour un panneau droit de même surface, le cône permet une augmentation de 40% du rendement en eau collectée. Cela représente une avancée majeure dans les recherches même si la taille du condenseur est, sous cette forme, forcément plus

réduite.

Cette découverte permettra peut être de nouvelles innovations et applications dans les projets précédemment décrits.

Les projets de l'OPUR restent nombreux et évoluent sans cesse, il reste encore de grandes choses à réaliser.

Conclusion

Il apparaît évident que nous devons penser à notre futur et donc à préserver nos ressources en eau. On ne peut nier, après lecture de ce dossier, que la collecte de rosée est une grande avancée technologique même s'il s'avère qu'elle date de plusieurs centaines d'années. En effet, cette technique peut être considérée comme une nouvelle source d'eau potable, car il ne faut pas l'oublier, le but premier de ces systèmes est d'obtenir une eau qui puisse être consommée par les habitants des pays arides.

L'OPUR est une organisation déjà connue qui tend à l'être encore plus étant donnée ses multiples initiatives, projets et campagnes d'information. Non seulement elle peut être considérée comme une association à but humanitaire mais elle a créé une technique de préservation de notre planète par des moyens simples. Il n'empêche que l'eau reste un bien précieux même si l'on trouve de nouveaux moyens de l'obtenir, il faut encore penser à la retraiter pour qu'elle reste réutilisable.

Travailler sur ce projet m'a beaucoup appris. Les scientifiques de l'OPUR ont une telle passion et une telle générosité, il existe en fait des solutions relativement simples et abordables pour aider les pays en difficultés et qui manquent d'eau. J'ai trouvé le livre « *À la poursuite des fontaines aériennes* » très instructif, notamment sur la façon dont une expédition scientifique peut être menée et sur la communication d'une passion et de cette soif de savoir, de trouver qu'a Daniel Beysens.

Informations complémentaires :

La 4e Conférence Internationale sur le Brouillard, la Récupération du Brouillard et la Rosée
(4th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew) aura lieu du 22 au 27 juillet 2007 à La Serena, Chili.

Bibliographie

Livres :

- Iryna MYLYMUK / Daniel BEYSENS, 2005, « A la poursuite des fontaines aériennes ou Les Incroyables aventures de Français en Ukraine » édition Book-e-book.com, collection zététique, 155 pages.
- Renée KAYSER / Pierre BALLOUHEY, « Copains des bois, le guide des petits trappeurs » page 230, 1994, édition Milan



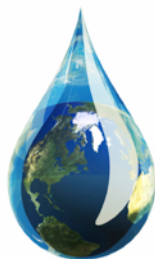
Liens Internet :

- www.opur.u-bordeaux.fr (site de l'association et principale source d'informations et d'illustrations) et liens :
 - o les bulletins d'information de l'OPUR :
 - o http://www.opur.u-bordeaux.fr/fr/Bulletin11_fr.pdf (novembre 2006)
 - o http://www.opur.u-bordeaux.fr/fr/Bulletin10_fr.pdf (février 2006)...
 - o http://www.opur.u-bordeaux.fr/fr/Bulletin3_fr-final.pdf (septembre 2001)
 - o 2 petits reportages très instructifs :
 - o <http://www.opur.u-bordeaux.fr/fr/opur-fr-st.wmv>
 - o <http://www.opur.u-bordeaux.fr/fr/opurinde.wmv>
- [www.palais-decouverte.fr/index.php?id=631&no_cache=1&sword_list\[0\]=ros%C3%A9e](http://www.palais-decouverte.fr/index.php?id=631&no_cache=1&sword_list[0]=ros%C3%A9e) consulté le 25/03/07
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ros%C3%A9e> consulté le 25/03/07
- www.histoire-eau-hyeres.fr/612-puits_aerien.html consulté le 25/03/07
- www.benjaminmoore.ca/professionals/manual/fr/12-03.pdf consulté le 5/05/07
- <http://mrw.wallonie.be/energieplus/CDRom/Climatisation/theorie/cligrandhygro-metrique.htm> consulté le 16/05/07
- www.ent-montecristo.org/marc.muselli/index.php?preaction=joint&id_joint=1679 consulté le 19/05/07

« Désert ou Paradis » de Sepp Holzer Chap.1 : Pour une bonne gestion de l'eau.

D'une bonne gestion de l'eau découle la stabilité climatique et l'avenir de la planète. Pour une agriculture (familiale ou professionnelle) et un urbanisme en accord avec la nature, et au service des populations, pour développer l'emploi et les bases des bons échanges entre les peuples ou les cultures.

L'eau est le sang de la terre.



Mais l'être humain gère mal la nature. Alors, Sepp Holzer nous aide à la déchiffrer :

L'eau a façonné la planète.

Mais l'homme maintenant élimine l'eau du sol, en empêchant qu'elle s'y infiltre, ou en modifiant son déplacement, ses cycles.

Quand la végétation et la couverture végétale disparaissent, l'eau ne s'infiltre plus et n'est plus retenue dans le sol...alors l'équilibre hydrologique disparaît aussi.

Les plantes n'ont pas besoin d'eau mais d'humidité.

Déboisement et catastrophes :

Partout, le déboisement, les constructions incohérentes, la disparition des arbres, la monoculture intensive, le surpâturage, la non-couverture végétale entraînent sécheresse, dessèchement/destruction des sols et désordres atmosphériques.



L'extension des déserts, la déforestation sont dramatiques sur la planète.

L'ONU évalue à 1/5^{ème} la perte de terres arables à cause de la désertification.

La biodiversité, la végétation s'appauvrissent, n'aident plus le sol à retenir l'eau, il se dessèche, l'érosion emporte l'humus, et ne laisse que de la terre sèche ou du sable sec.

Inondations, désertifications, incendies, sécheresses, épidémies, malnutritions, famines, sont les conséquences des comportements aberrants de l'être humain.

Pourtant les outils et les connaissances pour faire autrement sont là :

Les arbres, la forêt, stockent l'eau et la restituent lentement autour d'eux.

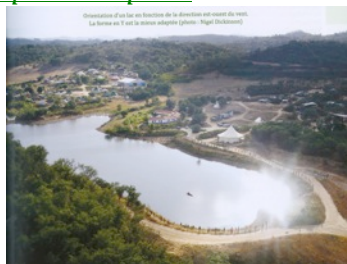
Ils absorbent aussi la lumière et la chaleur et la restitue en croissance, diversité et vie.

Certains prétendent bien faire en reboisant en monoculture.

Mais le résultat est inverse à celui recherché.

Car les monocultures, n'étant pas intégrées ou protégées par une biodiversité complète, sont la proie des tempêtes, insectes rongeurs ou maladies. La profondeur uniforme de leurs racines ne retient pas l'eau dans le sol, l'eau ruisselle et emmène avec elle la richesse fertilisante de l'humus qui est en surface.

Recréer des paysages aquatiques complets



Sur une terre sèche ou appauvrie, on peut reconstruire l'équilibre hydrologique du sol, pour relancer la végétation.

L'équilibre hydrologique peut être rétabli en recréant des paysages aquatiques basés sur la création de bassins de captage et de rétention d'eau de pluie, non-étanches mais à infiltration et diffusion lente et naturelle.

Ces « bassins d'infiltrations » sont la base de la régénération naturelle, agricole, économiquement et humainement durable.

Les principes de création de Paysages aquatiques de Sepp Holzer :

Sepp Holzer précise sa vision en donnant beaucoup de détails sur les choses à observer, les principes à comprendre et à respecter pour créer des bassins d'eau réellement bénéfiques, et obtenir un effet équilibrant sur l'environnement.

Actuellement, il y a des catastrophes avec d'un côté un aflût d'eau et de l'autre un manque d'eau...

Dans les 2 cas, l'eau n'est plus dans le sol :

il faut :

- rendre son humidité au corps de la terre (pour lui rendre sa fonction « éponge » de stockage d'eau)
- et laisser la mobilité aux cours d'eau.



Des constats d'appauvrissement s'imposent :

- Déforestation,
- Remembrement pour adapter la terre à de plus grosses machines.
- Les monocultures qui obligent à utiliser des produits chimiques, et laissent le sol sans couverture végétale qui finit perdre son humus nutritif érodé par les fortes pluies qui ne pénètrent plus le sol.
- Le sur-pâturage,
- Imperméabilisation (béton,...) de nombreuses surfaces,
- Le drainage appauvrit certains endroits et amène trop d'eau ailleurs
- Ne plus construire d'habitation et village dans les vallées, dans les zones tampons où les rivières débordent pour déposer du limon, mais les construire sur les hauteurs naturelles.
- Rectification des tracés de rivières et d'eau : du coup ils s'engrangent à des endroits non prévus pour ça par la nature...
- Laisser le libre cours au rivière...
- Bassins-retenues d'eau trop étanches, non-brassés, uniformes, non connectés à l'environnement.

L'eau doit pouvoir circuler naturellement et se trouver là où la nature l'a prévue :

- sous forme d'humidité s'infiltrant et se déplaçant dans le sol grâce à la végétation le couvrant (forêt, arbres, plantes...).

et

- en eaux vives dans des rivières à libre cours, ou dans des retenues d'eau filtrantes, aérées et brassées.

Une eau vivante est une eau qui peut se déplacer, s'infiltrer dans le sol, pour se minéraliser, se purifier, devenir potable et créer autour d'elle des paysages productifs et durables.

Cette eau potable est un droit universel fondamental (reconnu depuis 2010).

L'aménagement créé par l'homme doit respecter cela, et doit se mettre en accord avec la nature pour la laisser travailler pour nous.

Tout paysage peut-être renaturé.

Rétablir un équilibre hydrologique sain est la première étape pour re-naturer et régénérer.

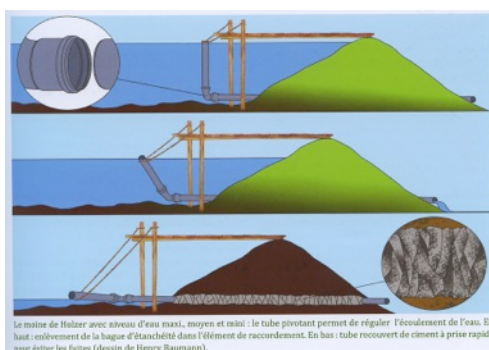
- **Ne pas créer de bassin étanche (en béton ou avec un liner étanche) dans lequel l'eau finira par croupir :**



- **Ne pas créer de lac avec un barrage central qui concentre l'eau à un endroit et assèche le paysage autour :**



L'idéal est un système de bassins de rétention d'eau décentralisés (à infiltration lente) **reliés entre eux par un système d'évacuation du trop plein** (« moine de Holzer », qui pourrait aussi permettre de créer de l'électricité).



Les bassins ne sont pas uniformes, ils ont des profondeurs variées (variations entre zones plates et zones profondes pour créer amplitude thermique pour la vie aquatique).



Sur les bords du paysage aquatique les légumes poussent toute l'année, le sol est saturé d'eau (Photo : Simon du Vinage)

Pour créer une bonne synergie, l'eau d'un bassin doit être brassée selon les 3 formes de mouvements de l'eau:

- la sinuosité (berges incurvées),
- le mouvement des vagues (grâce au vent),
- le brassage (grâce à la différence de T° des couches d'eau à différentes profondeurs ainsi que des zones d'ombrages).

Sur les terres asséchées, proches de la côte, comme sur les terres plus humides et cultivées :

Au lieu de forer des puits de plus en plus profond pour pomper l'eau et créer un vide que vient combler ensuite l'eau de mer en salinisant les puits au final, il faut ramener l'eau dans le sol et retenir cette humidité :

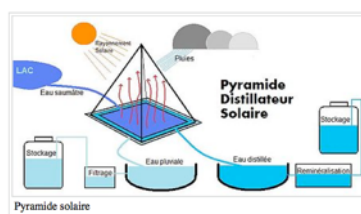
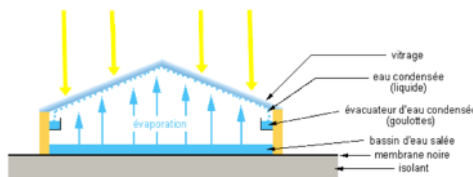
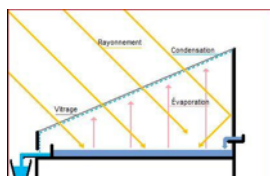
→ Créer des zones de captation et infiltration d'eau de pluie : association d'étangs, lacs naturels, fossés (canaux) et couvert végétal.

Et/ou :

→ Dessaler l'eau de mer

• Dessaler de l'eau de mer avec des bassins successifs pour créer de l'eau douce et récupérer aussi le sel (*S.Holzer n'explique pas bcp cette technique*).

- ou uniquement grâce à de l'énergie solaire : Boite solaire, pyramide solaire... :
comme cela par exemple:



ou avec l'osmose inversée couplée au solaire:

Construire des zones de captations/rétentions d'eau (avec l'aide d'un spécialiste en mécanique des sols) :

Sepp Holzer détaille ses principes pour construire des zones de rétentions d'eau avec lacs ou étangs.

Recueillir les données de base du terrain : forme, géologie, conditions pédologiques, « bassin versant »....

Concevoir une zone de rétention d'eau qui remplisse un rôle de biotope:

- **un étang ou un lac n'a pas besoin d'être complètement étanche** (pas de béton ou de film d'étanchéité : car « l'eau devient croupie »): c'est la couche profonde sous le bassin qui assure la rétention d'eau, et l'eau doit pouvoir s'infiltrer progressivement dans le sol en lui restituant l'humidité dont il a besoin.
- **Le seul élément étanche est la barrière** (Aquiclude), « barrage » qui ferme le bassin en aval de l'écoulement de la pluie. Ses fondations descendent jusqu'à la couche profonde et on peut y intégrer un système d'évacuation du trop plein (« moine de Holzer », qui peut aussi créer de l'électricité).



• Dans un paysage naturellement vallonné :

- Les bassins de rétentions sont installés aux points bas, là où s'accumule l'eau du bassin versant.
- Les berges ne sont pas rectilignes mais s'arrondissent en suivant les courbes du paysage.
- La barrière qui ferme le bassin est rendue étanche par un noyau d'argile (Aquiclude) inséré dans le sol à une profondeur de plusieurs mètres (jusqu'à la couche dense), et stabilisée par des talus interne/externe dont la pente n'excède pas 1:2.
- La terre utilisée pour construire barrage et talus est prise à l'endroit du futur lac ou bassin, on crée donc en même temps une zone profonde (utile aux cycles thermiques de l'eau du futur lac).
- On sépare la terre excavée en fonction de sa composition et ses caractéristiques : On garde l'humus pour le répandre ailleurs, sur les plantations. On sépare les couches inférieures en les déversant pour former une petite butte pentue, les matières grossières roulent sur les côtés, les matières fines restent en haut et au milieu pour être utilisées pour faire l'aquiclude, compactées couche par couche, humidifiées si besoin, avant la compression avec l'engin mécanique...
- Végétalisation diversifiée du barrage/talus, et autour (arbustes, arbres fruitiers, plantes à racines pivotantes, profondes, superficielles...) en évitant que les plantes à racines profondes ne pénètrent dans l'aquiclude.
- Les zones de terre s'étalant au-delà des berges doivent être très plates et amples afin de pouvoir collecter de très fortes précipitations inhabituelles.
- Différents lacs peuvent être reliés par des gués ou un système de conduits dont l'écoulement peut être régulé.

- Ecoulement régulé suivants les cycles naturels, et toujours s'assurer de la présence d'un minimum d'eau pour le milieu naturel.



• Dans un paysage naturellement plat :

- Observer végétation, zone humide (ou pas), terrain pour voir comment l'eau se déplace, étanchéité naturelle des couches souterraines.
- Creuser le bassin jusqu'à une couche contenant une certaine quantité d'argile qu'on rend plus étanche en la compactant par « **secouement** ». Le bassin laissera aussi de l'eau s'infiltrer progressivement dans le sol pour diffuser son humidité autour. (si la nappe phréatique est à quelques mètres de la surface, le point le plus bas de l'étang doit être au même niveau qu'elle afin que l'eau puisse arriver par le bas).



La technique du « **secouement** » (qui imite les cochons qui compactent la terre pour créer leur bauge) :

- après le gros œuvre pour creuser l'étang : remplir de 50cm d'eau
- y descendre un excavateur mécanique qui, avec une pelle de 60-80 cm de large, prend la terre à 1M (ou +) de profondeur, la secoue et la mélange pour que les particules fines s'enfoncent dans l'eau jusqu'au sous-sol, et provoque envasement et compactage. (si la terre ne contient pas assez de particules fines, argile, glaise, il faut en déverser avant), (pour les petits bassins, on peut essayer avec des outils manuels).

Cette renaturation par recréation de **Paysage aquatique complet** et gestion naturelle de l'eau est la base d'une agriculture symbiotique en accords avec les cycles la nature. Elle peut rendre productives même des terres improductives dans des lieux extrêmes. **Ce qui est fait et fonctionne à petite échelle peut être fait à plus grande échelle (sur des milliers d'hectares).**



Cet aménagement paysager à long terme propose des alternatives durables aux générations futures et répare les erreurs du passé.

Chaque ferme en France (et dans beaucoup d'endroit sur la planète) pourrait aménager ainsi son autonomie en eau, capter, stocker et gérer ses besoins.

Chaque ferme pourrait produire en protégeant l'environnement.

Produire en polycultures adaptées au lieu et abandonner la monoculture.

Car les monocultures :

- sont la proie des maladies, insectes rongeurs ou tempêtes.
- obligent à utiliser des produits chimiques.
- ont des racines de profondeur uniforme. L'eau ne s'infiltre donc pas bien dans le sol, elle ruisselle et emmène avec elle la richesse fertilisante de l'humus qui est en surface.
- laissent souvent le sol sans couverture végétale. L'eau ne s'infiltre donc pas, elle ruisselle et emmène là encore la richesse de l'humus de surface.

Au Burkina Faso, avec des techniques de renaturation appropriées les paysans réussissent à reverdir leur désert et à recréer une biodiversité pour produire et se nourrir.

Pour une agriculture paysanne (familiale ou professionnelle) et un urbanisme en accord avec la nature, et au service des populations, de l'emploi, de l'environnement et des bons échanges entre les gens.