#### Projet de reforestation en Islande

Par Benjamin LISAN, le 26/02/2019

# 1 Le réchauffement climatique

Le réchauffement climatique, réchauffement planétaire, réchauffement global ou dérèglement climatique est le phénomène d'augmentation des températures moyennes océaniques et de l'air, induit par la quantité de chaleur piégée à la surface terrestre, mesurée depuis plusieurs décennies, du fait des émissions de gaz à effet de serre (CO2, etc.). Ce terme désigne communément le réchauffement mondial observé depuis le début du xxe siècle. On rencontre fréquemment l'expression « changement climatique » utilisée pour désigner le réchauffement climatique, alors qu'en principe le changement climatique désigne les épisodes de réchauffement ou refroidissement d'origine naturelle qui se sont produits avant l'ère industrielle. En 1988, l'ONU crée le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour synthétiser les études scientifiques sur le climat. Dans son quatrième rapport, auquel ont participé plus de 2 500 scientifiques de 130 pays, le GIEC affirme que le réchauffement climatique depuis 1950 est « très probablement »c 1 dû à l'augmentation des gaz à effet de serre liés aux activités humaines (d'origine anthropique). Les dernières projections du GIEC sont que la température de surface du globe pourrait croître de 1,1 à 6,4 °C supplémentaires au cours du XXe siècle. Les différences entre projections viennent des sensibilités différentes des modèles pour les concentrations de gaz à effet de serre et des différentes estimations pour les émissions futures.

Parmi ses causes, il y a les émissions anthropiques de gaz carbonique due à la déforestation tropicale [9] [10].

Multiplications des incendies et des sècheresses de grande ampleur, au cours du temps, dont des cas jamais vus :

Californie	11/2018	La sécheresse sévit depuis 10 années sur ce grand Etat de l'ouest des Etats-Unis.
Groenland	07/2017	Incendie de toundra. Beaucoup de dégagement de CO2. 15 km2
Alaska	2007	Incendie de toundra, en 2007. Beaucoup de dégagement de CO2.
	2015	2 millions d'hectares, début 2015.
Russie	07-08/2010	Incendie de taïga et de tourbière. 800 000 hectares, en 2010, en raison d'une canicule.
	2018	150 000 hectares, région de l'Amour, en 2018.
Australie	10-11/2015	Octobre - novembre 2015 : Feux de broussailles de 2015 à Esperance (Plus de 200 000
		ha) : 5 réserves naturelles et une grande partie du parc national de Cap Aride
	10/2013	impactées. 17 - 28 octobre 2013 : Feux de brousse de 2013 en Nouvelle-Galles du Sud
		(plus de 100 000 ha) : au moins 248 édifices détruits etc. etc.
Amazonie	08-09/2016	12500 incendies, en raison d'une forte sécheresse dans le bassin amazonien en Bolivie,
		Pérou (10000 ha) et Brésil. Sinon, ces incendies sont souvent volontaires.
	01/1998	600.000 hectares, en janvier 1998, liée à la culture du brûlis et à un phénomène
		climatique El Niño provoquant une sécheresse inhabituelle

## 2 La déforestation dans le monde

### 2.1 Ampleur de la déforestation dans le monde

#### Quelques chiffres:

- Rythme actuel du déboisement : 130 000 km² par an (« net » : 80 000 km²) (Source FAO 2004).
- 250 000 hectares de forêts tropicales / semaines (Source FAO et WWF).
- 40 pays affichent des reculs supérieurs à 1% l'an (FAO).
- 50% du bois coupé est laissé et pourri sur place.

Le déboisement concerne aussi des pays au niveau de vie supposé plus élevé, tel que l'Argentine, Australie. En Tasmanie (Australie), on déforeste des forêts primaires au napalm.

### 2.2 Conséquences de la déforestation dans le monde

- Responsable de 18 à 20% des émissions de gaz à effet de serre, un des facteurs importants du <u>réchauffement</u> <u>climatique</u> (info Greenpeace et WWF).
- Accélération du réchauffement climatique (source : GIEC).
- Augmentation du nombre de paroxysmes de sècheresses sur Terre (°) et d'épisodes climatiques violents ou paroxysmiques (tempêtes, cyclones, désertifications, grandes sècheresses ...).
- Risques d'augmentation des famines sur terre, des risques de conflits liés à l'accès aux ressources \_ eau, aliment, bonnes terres ... \_, voire cause de grands flux migratoires (i.e. « réfugiés climatiques »).
- Mise en danger ou disparition de milliers d'espèces végétales et animales.
- Disparition d'espèces vivantes => perte pour la connaissance médicale etc.
- Destruction du cadre de vie de centaines de millions de personnes vivant de la forêt.
- Disparition de la Couverture Végétale.
- Erosion et Ravinement.
- Appauvrissement des terres de culture.
- Dérèglement du Cycle Hydrologique (épisodes sécheresses & inondations en augmentation).
- Pollution des Eaux de Rivières (diminution de la faune aquatique).
- Pollution des Eaux du Littoral par les terres érodées.
- Disparition des Espèces Endémiques (faune et flore).

(°) en particulier du fait de la diminution ou la disparition du phénomène *d'évapotranspiration* \_ c'est à dire du rejet de vapeur d'eau par les arbres. L'évapotranspiration contribuant à créer un microclimat local favorisant les pluies (ou précipitations) locales.

### 3 Rôle des forêts

Le forêts contribuent au cycle de l'eau, à la régulation du climat, à la protection des sols, au stockage de carbone... au maintien et à l'entretien de la biodiversité. Elles offrent de multiples services :

- Les forêts abritent plus de 50 % de la biodiversité terrestre.
- Elles stockent plus de la moitié du carbone accumulé sur les continents.
- Plus de 20% de l'oxygène de l'air serait produit par les forêts tropicales.
- Les forêts fournissent notre oxygène (elle produisent 20% ou plus de notre oxygène).
- Elles stockent le gaz carbonique (elle évitent la montée du niveau des océans).
- Elles luttent contre la désertification et la sècheresse.
- Elles luttent contre la perte des bonnes terres et les inondations.
- Elles hébergent de nombreuses espèces, certaines sources de médicaments<sup>1</sup> etc.
- On les aiment pour des raisons subjectives esthétiques ... Elles sont des cathédrales de verdure<sup>2</sup> etc.

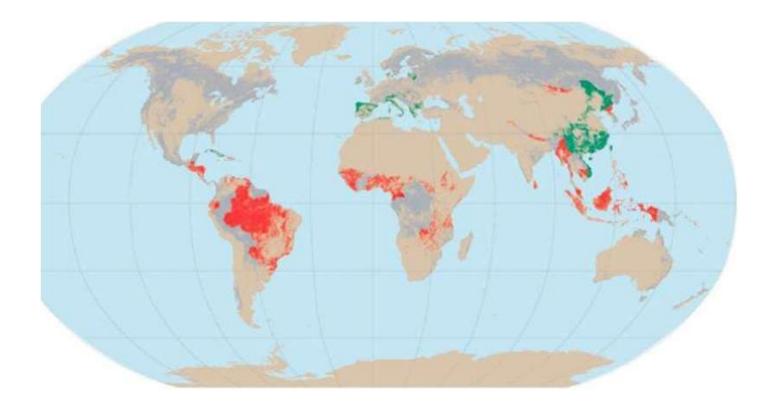
#### Sources:

a) La déforestation se poursuit à un rythme alarmant, 14 novembre 2005, Rome, <a href="http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2005/1000127/index.html">http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2005/1000127/index.html</a> (in Global forest resources assessment, FAO), b) Le Monde, 28 nov. 2008,

c) Greenpeace, campagne forêt: <a href="http://www.greenpeace.org/france/campagnes/forets/problemes">http://www.greenpeace.org/france/campagnes/forets/problemes</a>

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> 50% des médicaments anticancéreux proviennent de la forêt.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Elles apportent des services socioculturels, renvoyant aux aspects esthétiques, spirituels, récréatifs, éducatifs qu'apporte la nature ou encore la source d'inspiration qu'elle représente pour les sociétés humaines





- > 0,5% de décroissance par an.
- > 0,5% de croissance par an (en augmentation).

Taux de changement en-dessous de 0,5% par an.

Déforestation: Changement net de la superficie forestière entre 2000 et 2005. Source: FAO, 2006 (IPCC, 2007).

## 4 Solutions contre la déforestation

Une solution est de reboiser les zones déforestées (détruites), grâce à l'implantation de forêts jardinées constituées d'essences (arbres) très diverses, si possible issues du biotope local, en futaie irrégulière, avec l'accent mis sur le rétablissement de la biodiversité dans ces forêts. Puis en faisant la gestion durable et raisonnée<sup>3</sup>.

L'Islande est modèle de gestion écologique de son environnement et connu comme un pays vertueux. Nous proposons que l'Islande donne l'exemple au monde entier.

# 5 La fragilité des sols en Islande

#### 5.1 Causes de l'infertilité et de la fragilité des sols dans les régions froides

Dans des climats très froids (toundras de l'Arctique, Islande ...) ou très secs (steppes ou déserts au Sahara, ...), les sols sont très lents à se régénérer ...

Dans les sols infertiles, le taux de croissance des plantes y sont les plus faibles.

Les traces des pneus d'un véhicules y persister durant des dizaines d'années.

L'humidité permanente des sols, en été, en climat froid, rend les sols acides (tourbeux) et donc peu fertiles.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> En faisant participer les habitants locaux à la gestion & à l'exploitation durable des forêts.

#### 5.2 Causes humaines

L'homme a apporté son grain de sel à l'équilibre de la flore : déforestation, surpâturage et importation de nouvelles espèces, avec des conséquences qu'il n'avait souvent pas mesurées.

Près de la moitié de l'Islande est un désert aride, où la nature n'offre ni nourriture ni abri aux vents violents de l'Atlantique Nord. Mais nous savons, avec certitude, que cela n'a pas toujours été ainsi. Le livre (saga) des Islandais écrit par l'historien *Ari le Savant*, au début du XIIe siècle, décrit la terre trouvée par les colons comme étant « couverte de forêts de la montagne à la côte [...] il y a des arbres partout. Les gens pouvaient s'y cacher de leurs ennemis pendant des jours, dans tout le pays, certains de ces bois étaient trop denses, pour pouvoir y pénétrer ».

Les vikings et ses habitant ont contribué à déforester l'Islande, durant des siècles, pour le bois de chauffe, à cause de l'élevage des ovins ... mettant ses terres fragiles à nue, les rendant vulnérables à l'érosion hydrique et éolienne.

La forêt était abondante au début de la colonisation viking, il y a onze siècles, depuis la base des montagnes jusqu'à la mer. Elle couvrait 30% du territoire islandais. Les seuls arbres ayant survécu à l'ère glaciaire qui s'est achevée il y a cent siècles sont le bouleau pubescent et le bouleau nain [2].

Mais l'arrivée des hommes a signé la fin de cette forêt abondante. Les gens ont massivement coupé les arbres pour transformer le bois en habitations ou en matière première de chauffage. Pendant ce temps, les ovins et les équidés broutaient l'herbe fine et les jeunes pousses, empêchant le renouvellement de la flore et dégradant gravement l'intensité et la taille de la forêt. Deux cents ans plus tard, l'île avait déjà certains aspects d'aujourd'hui : des territoires désertiques, de vastes étendues herbeuses (toundra et pâturages). Le rude climat et les différentes activités volcaniques ont eu raison de la forêt. Enfin, la forte chute des températures durant le XIVème siècle a encore davantage compliqué la vie et l'implantation de la flore en Islande. Pour ne rien arranger, l'érosion a, quant à elle, été facilitée par l'importante pluviométrie (surtout dans une moitié sud – sud-ouest), le sol composé de roches volcaniques poreuses et les vents violents [2].







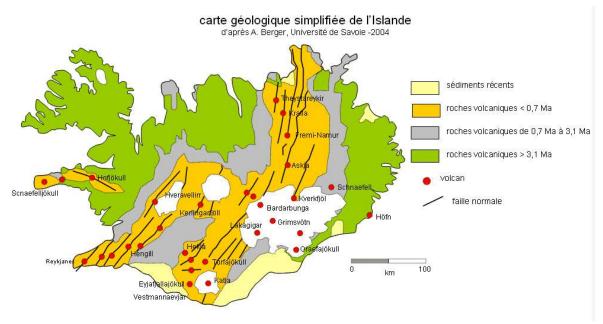


### 5.3 Causes liées à la nature volcanique et de la légère du sol

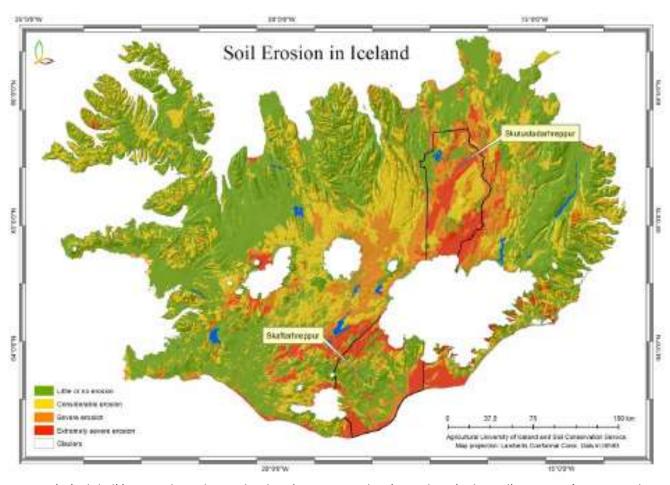
Son sol constitué de cendres volcaniques légères. Il est soumis au froid, aux fortes pluies, aux vents forts. Donc l'Islande est prédisposée à l'érosion.

En Islande, de fréquentes éruptions volcaniques propulsent dans l'air des nuages de cendres, lesquels contiennent de légères particules que les vents forts propagent sur une grande partie du pays, créant une couche de cendre (le tephra) qui peut être aussi légère que du talc. Sur cette couche fertile de cendres, des végétaux finissent par pousser \_ mais très lentement, en raison de la situation septentrionale du pays, de son climat froid et sa courte saison végétative \_, couvrant la cendre et la protégeant de l'érosion. Mais lorsque cette végétation disparaît (broutée par les moutons ou brûlée par les agriculteurs), la cendre est de nouveau exposée, ce qui la rend sensible à l'érosion. Suffisamment légère, la cendre peut être apportée mais aussi emportée loin, par le vent. A cette érosion éolienne, de fortes pluies s'ajoutent : elles emportent également la cendre par ruissellement, en particulier sur les pentes abruptes ([3], page 234). Depuis le début de la colonisation humaine [Viking], la majeure partie des arbres et des végétaux [de l'Islande] initialement présents a été détruite, et environ la moitié des sols des origines ont été érodés par l'océan. Ce qui fait que de vastes zones du pays qui, à l'arrivée des Vikings, étaient verdoyantes sont aujourd'hui transformés en un désert brunâtre sans vie [...] ([3] 231).

# 6 Géologie et pédologie de l'Islande



Islande, carte géologique simplifiée, <a href="http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/spip.php?article1718">http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/spip.php?article1718</a>



Aperçu général de l'érosion des sols en Islande e (La carte est basée sur les résultats d'une enquête nationale sur l'érosion des sols, publiée en 1997 (Arnalds et al. 2001)). <a href="https://www.researchgate.net/figure/General-overview-of-soil-erosion-in-Iceland-and-the-geographical-location-of-fig1\_259704446">https://www.researchgate.net/figure/General-overview-of-soil-erosion-in-Iceland-and-the-geographical-location-of-fig1\_259704446</a> [4]

### 7 Climat

Située juste en-dessous du cercle polaire, l'Islande présente un climat très rude de part sa géographie spéciale. Les côtes de cette île sont souvent battues par les vents, ainsi que l'intérieur des terres. Le climat est subarctique, voire arctique. La vie, tant animale que végétale, a dû progressivement s'adapter pour s'installer dans un environnement si hostile. Mais il n'y a pas que le vent et les températures – rarement supérieures à 15°C en été – qui compliquent l'existence et le développement de la faune et de la flore. L'activité volcanique soutenue joue aussi un grand rôle : les éruptions, et les déserts de cendres qui en résultent, ne facilitent pas l'implantation des végétaux, qui mettent beaucoup du temps à pousser. La présence de glaciers n'est pas non plus pour arranger tout cela : l'absence de chaleur, l'été, empêche les arbres de pousser et l'altitude entretient le froid rigoureux [2].

L'Islande possède un climat océanique tempéré, soumis à l'influence des vents froids polaires. Grâce au Gulf Stream, ses côtes sud et ouest bénéficient d'une température bien plus clémente en hiver que New York. Les températures ne s'éloignent jamais beaucoup de 0 °C (5 °C en moyenne annuelle à Reykjavik, 3,8 °C à Akureyri). Les précipitations varient du nord au sud. Akureyri, au nord, a un total inférieur à 500 mm, alors qu'au sud certaines stations météorologiques atteintes de plein fouet par les tempêtes océaniques ont un total pluviométrique annuel qui peut dépasser 2 000 mm [4].

Un proverbe islandais illustrant la variabilité du temps dit : « Si le temps ne te plaît pas, attends juste cinq minutes ».

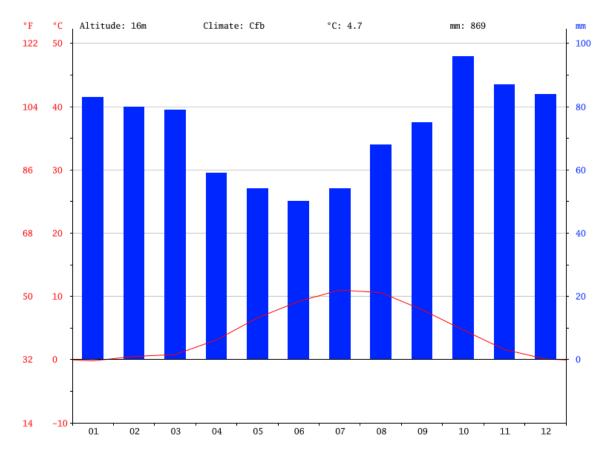
Relevé météorologique de Reykjavik - altitude : 61 m (période 1961-1990)													
Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	-3	-2,1	-2	0,4	3,6	6,7	8,3	7,9	5	2,2	-1,3	-2,8	1,9
Température moyenne (°C)	-0,5	0,4	0,5	2,9	6,3	9	10,6	10,3	7,4	4,4	1,1	-0,2	4,4
Température maximale moyenne (°C)	1,9	2,8	3,2	5,7	9,4	11,7	13,3	13	10,1	6,8	3,4	2,2	7
Précipitations (mm)	75,6	71,8	81,8	58,3	43,8	50	51,8	61,8	66,5	85,6	72,5	78,7	798,2

Source : Le climat à Reykjavik (en °C et mm, moyennes mensuelles, nbre jours pluie), <a href="http://www.climate-charts.com/Locations/i/IL04030.php">http://www.climate-charts.com/Locations/i/IL04030.php</a>

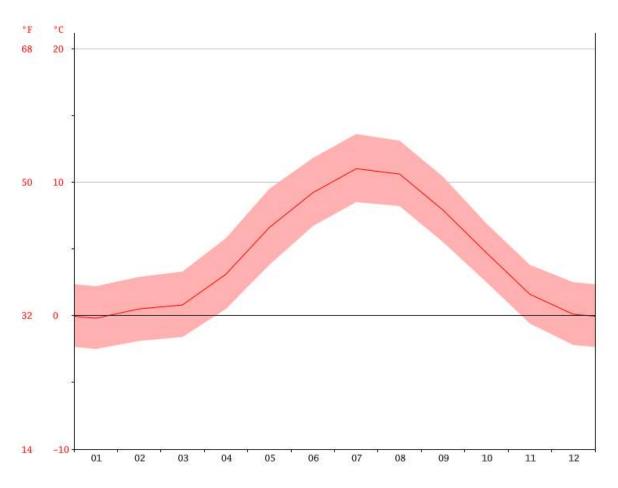
#### 7.1 Moyennes et maximums climatiques à Reykjavik (Sud-Ouest de l'Islande)

Des précipitations importantes sont enregistrées toute l'année à Reykjavik, y compris lors des mois les plus secs. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Cfb. Sur l'année, la température moyenne à Reykjavik est de 4.7 °C. La moyenne des précipitations annuelles atteints 869 mm.

Pour Reykjavik, les température maximales sont de 25,7°C et d'un minimum de -19,7°C.

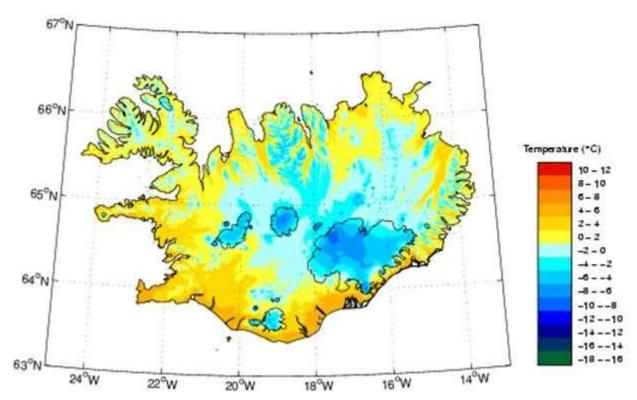


La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide ets de 46 mm. La température moyenne au court de l'année varie de 11.2 °C.

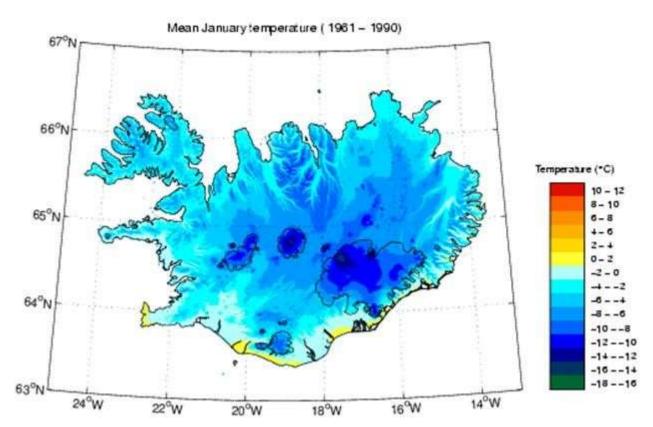


Le mois le plus chaud de l'année est celui de Juillet avec une température moyenne de 11.0 °C. Avec une température moyenne de -0.2 °C, le mois de Janvier est le plus froid de l'année.

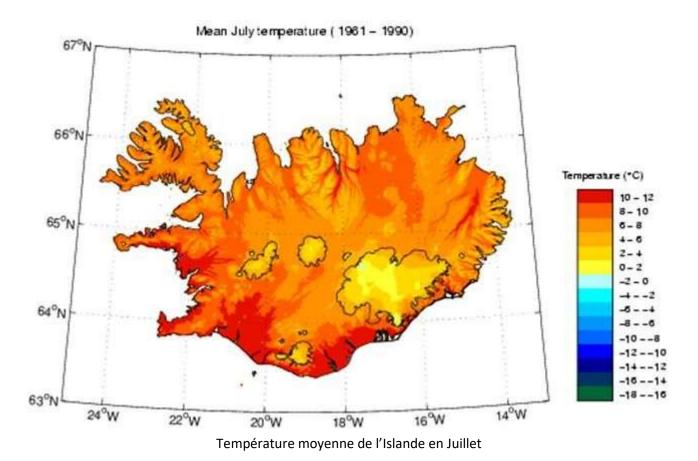
# 7.2 Cartes des températures moyennes et maximums en Islande



Température moyenne annuelles de l'Islande



Température moyenne de l'Islande en janvier



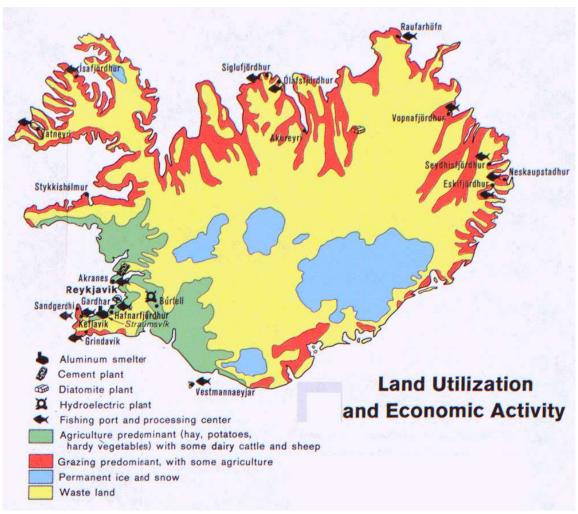
Source : climat de l'Islande, https://www.islande-explora.com/guide/geographie/climat/

### 7.3 Vents et tempêtes

Les vents dominants sont des vents d'ouest. Les vents d'est sont très rares. De manière générale, la vitesse des vents a tendance à être supérieure dans les Hautes Terres, mais des caractéristiques topographiques peuvent amplifier les vents et causer de fortes rafales dans les plaines. La vitesse moyenne des vents en tempête est de 18 m/s (64,8 km/h). De puissantes tempêtes de sable peuvent être créées par de forts vents glaciaires. Ces tempêtes sont très fréquentes au début de l'été dans les régions arides au nord du glacier Vatnajökull.

Les orages sont extrêmement rares en Islande, avec moins de cinq par an au sud de l'île. Ils sont plus fréquents en fin d'été. Ils peuvent être causés par des masses d'air chaud venant du continent ou de fortes dépressions du sud-ouest en hiver. La foudre peut généralement être observée en connexion avec les nuages de cendres crachés par les volcans d'Islande [6].

#### 7.4 Utilisation actuelle des sols



En vert : Agriculture prédominante (foin, pommes de terre, légumes rustiques) avec certains bovins laitiers et

moutons

En rouge : Prédominance de pâturage, avec un peu d'agriculture.

En bleu ciel : Glace et neige permanentes

En jaune: Terre en friche

Source : Carte de l'activité économique et de l'utilisation des sols, en Islande,

http://www.cosmovisions.com/Islande-Carte-Economie.htm

On constate que la majorité des terres (en jaune), y compris sur la côte sud de l'Islande, ne sont pas utilisées (en général, ce sont des champs de lave ou bien des zones issues de lahars \_ inondations catastrophiques liées aux volcans).

# 8 Les campagnes de reforestation en Islande



De maigres forêts et fruticées de bouleaux pubescents, aujourd'hui quasiment disparues, couvraient le quart de l'Islande avant la colonisation humaine.



Les landes rases riches en éricacées (camarine, callune, myrtille...) constituent le principal type de couverture végétale continue.



Les lupins d'Alaska (*Lupinus* nootkatensis) ne sont pas des fleurs typiques d'Islande mais ont été introduits (ici à Reyðarfjörður, Est de l'Islande).

Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie de l%27Islande

Pour empêcher la désertification, l'homme a semé des tonnes de graines de lupins d'Alaska (*Lupinus nootkatensis*) pour **fertiliser les sols**. Cette plante ravit les pupilles car elle permet d'obtenir de jolis tapis violets à l'approche de l'été. La plante réussit à bien s'implanter. Elle n'est pas invasive, car elle meurt au bout de 15 à 40 ans [2].

Depuis quelques années, l'Islande a cherché à reboiser massivement. Financée par diverses taxes et dotée d'un budget toujours plus élevé, la plantation durable d'arbres est devenue une des priorités du gouvernement. Celui-ci n'a pas négligé le rôle d'apprendre aux jeunes générations l'importance des végétaux, puisque des opérations de semis ont même été organisées dans des écoles.

La campagne de reboisement a porté ses fruits. Certaines forêts de conifères culminent aujourd'hui à 20 mètres de haut. Les endroits qui ont été reboisés abritent de nouvelles espèces, de végétaux et d'oiseaux (pinsons des arbres, roitelet huppé, merle noir) surtout, et de champignons. Le principal souci réside dans le fait que nombre de ces nouvelles espèces, parfaites dans d'autres contrées, ne sont pas bien très adaptées au climat et aux vents islandais. Les essences les plus plantées sont le bouleau indigène \_ Bouleau nain (Betula nana) \_ et le mélèze de Sibérie (Larix sibirica). Parmi les espèces importées, on retrouve plusieurs espèces d'aulnes (blanc (Alnus incana), sineux (?) ou à feuilles minces (Alnus incana ssp. tenuifolia)), qui sont positifs contre l'érosion, mais aussi le bouleau blanc (Betula alba (ou Betula papyrifera)) et le tremble (Populus tremula). Parmi les essences qui proviennent d'autres pays, le peuplier baumier d'Occident (Populus balsamifera), originaire de l'Alaska, est le plus souvent planté. En quantités plus modestes, on peut également croiser des conifères provenant d'autres contrées : l'épicéa de Sitka (Picea sitchensis) (courant dans les forêts islandaises), le pin d'Ecosse (décimé par un puceron dans les années 1960) \_ Pin sylvestre (Pinus sylvestris) \_, le sapin de Norvège \_ Épicéa commun (Picea abies ou Picea excelsa) \_ (qui n'aime pas le vent) et le pin lodgepole \_ Pin tordu (Pinus contorta var latifolia).

Dans les zones relativement urbaines, le résultat se fait plus spectaculaire. Les rues de Reykjavik, autrefois vides d'arbres, en sont désormais bordées. Des bâtiments, jadis au cœur d'un lopin dégarni, sont entourés d'arbustes. Dans le Sud de l'Islande, on voit des grands conifères pousser à côtés des propriétés.

Une des plus belles forêts de l'île, située dans l'est de l'Islande, s'appelle la forêt d'Hallormsstadur. Elle possède une superficie de 2300 hectares, et l'on peut s'y promener agréablement à pied ou à cheval.

Les véritables forêts recouvrent aujourd'hui moins de 1,5% de l'île, mais les efforts se poursuivent toujours et, en 1995, la coupe rase de forêts naturelles sans autorisation a été proscrite. Le rythme actuel des plantations atteindrait 5 millions d'arbres par année. Dans quarante ans, au moins 5% des basses terres d'Islande devront être reboisées.



Forêt d'Hallormsstadur (Sud-est de l'Islande).



Située dans l'Est à 25km au sud d'Egilsstaðir (localité située sur les rives du Lögurinn dans l'est de l'île) et au bord du lac Logurinn (appelé aussi Lagarfljót), la forêt occupe une surface de plus de 2300 hectares sur près de 18km le long du lac. Source : La forêt d'Hallormsstaður, <a href="https://www.voyage-islande.fr/la-foret-d-hallormsstadur-art-145.html">https://www.voyage-islande.fr/la-foret-d-hallormsstadur-art-145.html</a>

# 9 Le projet

Proposer l'installation de zones de reforestation et des pépinières, dans le sud de l'Islande, aux botanistes islandais :

- 1) Créant des pépinières,
- 2) En cultivant et plantant les espèces d'arbres déjà plantées en Islande,
- 3) En cultivant et plantant de nouvelles espèces d'arbres, dont des espèces arctiques : bouleaux, aulnes et saules arctiques, Hêtre de Magellan, Hêtre austral (*Nothofagus antarctica*), et autres *Nothofagus*, alisier, amélanchiers (d'altitude), pin cembro ou pin des Alpes (*Pinus cembra*) [un pin d'altitude] ...
- 4) Créer des cuvettes (dépressions) comme pour la culture de la vigne sur l'île volcanique de Lanzarote.
- 5) En créant des bassins de récolte d'eau pluviale (avec des géotextiles), connectés à un système de goutte à goutte vers les arbres (même s'il n'y a jamais eu de sécheresses jusqu'à maintenant en Islande, seulement pour anticiper les effets du réchauffement climatique).
- 6) En apportant du terreau (et afin d'éviter d'abîmer le sol qui est très fragile en Islande).
- 7) Il faut que les nouvelles forêts soient constituées d'un maximum de biodiversité (en arbres et plantes).

# 10 Liste des espèces proposées

#### <u>Planter les espèces déjà plantées</u> :

Nom français / anglais	Nom islandais	Nom botanique / latin	Qualités
Bouleau nain		Betula nana	
Mélèze de Sibérie		Larix sibirica	
Aulne à feuilles minces		Alnus incana ssp. tenuifolia	

Nom français / anglais	Nom islandais	Nom botanique / latin	Qualités
Bouleau blanc		Betula alba	
		Betula papyrifera	
Peuplier baumier		Populus balsamifera	
d'Occident			
Epicéa de Sitka		Picea sitchensis	Courant dans les forêts islandaises
Pin lodgepole		Pinus contorta var. latifolia	
ou Pin tordu			

## <u>Planter de nouvelles espèces</u>:

Nous proposons d'essayer ces espèces, d'abord sur des îles venteuses (Îles Vestmann ...).

Nom français / anglais	Nom islandais	Nom botanique / latin	Qualités
Aulne vert		Alnus viridis	Zones froides de l'hémisphère nord.
			Hauteur < 12 m. Arbre souple. Son
			système racinaire protège les sols de
			l'érosion et fixe dans le sol l'azote.
			Tous sols.
Aulne glutineux		Alnus glutinosa	Espèce d'aulne supportant le mieux
			l'eau stagnante et les sols lourds.
			Sensibles aux maladies fongiques du
			type <i>Phytophthora</i> . Jusqu'à 1200 m.
Divers aulnes		Alnus sp.	
Saule arctique		Salix arctica	Minuscule arbuste pouvant vivre dans
			des environnements arctiques ou
			subarctiques. Principalement autour
			de l'océan Arctique dans des zones
			rocheuses et des toundras et les
			zones montagneuses. Pour les climats
			les plus extrêmes (au-delà du cercle
			polaire arctique). Inférieur à 25 cm <sup>4</sup> .
Hêtre de Magellan,		Nothofagus antarctica	Principalement dans les Andes et dans
Hêtre austral, ñire			l'île de Terre de Feu (jusqu'au Cap
			Horn) sous des températures basses
			toute l'année. Il supporte de grands
			vent. Ces arbres atteignent une
			hauteur de 10 à 25 m et ont une
			croissance rapide <sup>5</sup> .
Hêtre de Magellan,		Nothofagus betuloides	C'est un arbre à feuilles persistantes
guindo (coigüe ou			atteignant jusqu'à 25 mètres dans son
coihue au Chili)			environnement naturel où il tolère
			des hivers froids et l'absence de
			chaleur en été. Pousse du niveau de la
			mer jusqu'à 500 mètres d'altitude. Les
			spécimens plantés dans les Îles Féroé,
			qui ont été importés directement
			depuis la Terre de Feu, se sont révélés
			être <b>très résistant au froid</b> . Le bois est
			rosâtre, dur, semi-lourd et est utilisé
			dans les meubles et le bâtiment <sup>6</sup> .

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> https://fr.wikipedia.org/wiki/Saule\_arctique

https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus antarctica
 https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus betuloides

Nom français / anglais	Nom islandais	Nom botanique / latin	Qualités
Coigüe, coihue ou roble		Nothofagus dombeyi	Espèce à feuilles pérennes, à croissance rapide et bien distribuée qui vit dans diverses conditions climatiques. Depuis le niveau de la mer jusqu'aux Andes, et au sud-ouest de l'Argentine, aux environs de la cordillère des Andes, au sud du parallèle 38º S, entre 700 et 1.200 m d'altitude <sup>7</sup> .
Lenga ou hêtre de la Terre de Feu		Nothofagus pumilio	Au sud de la cordillère des Andes, et peuple les forêts andines australes, chiliennes et argentines jusqu'en Terre de Feu et à l'île Navarino, de 35° à 56° de latitude sud. En Patagonie australe, il peut mesurer jusqu'à trente mètres pour un tronc de 1,5 m de diamètre. Vers le nord, il peut pousser jusqu'à mille mètres d'altitude mais sous forme arbustive. Il tolère des températures basses et froides toutes les saisons de l'année et jusqu'à –30°C. Il se régénère facilement après un incendie. Le bois est de bonne qualité, facile à travailler <sup>8</sup> .
Hualo		Nothofagus glauca ou Lophozonia glauca	30 m de haut. 34 ° à 37 ° de latitude sud. Résiste à la sécheresse (forêt sclérophylle). Endémique du Chili. Hivers pluvieux et des étés secs. Plus de 1000 m d'altitude <sup>9</sup> . Pour reboisement pentes et construction.
Alisier blanc		Sorbus aria	Arbre fruitier. De 0 à 1700 m dans les Alpes
Sorbier petit néflier ou sorbier nain		Sorbus chamaemespilus	De 1200 à 2300 mètres (Alpes)
Sorbier de Mougeot Amélanchier commun, ou à feuilles ovales (°)		Sorbus mougeotii Amelanchier ovalis	De 400 à 1900 mètres (Alpes)  Arbre fruitier. Hauteur inférieure à 3 m. De 0 à 1800 mètres. Accepte sol pauvre. Préfère soleil.
Amélanchier du Canada (°)		Amelanchier canadensis	Arbre fruitier. Hauteur inférieure à 5-8 m. Il est rustique et peu exigeant sur la nature des sols et l'exposition. Il est en grande partie limitée aux sites humides, en particulier sur la plaine côtière de l'Atlantique, à une altitude de plus en plus du niveau de la mer jusqu'à 200 m.
Pin cembro ou Pin arolle (°).		Pinus cembra	Il se développe entre 1 700 et 2 400 m d'altitude dans les Alpes, là où les hivers sont très longs et les

https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus\_dombeyi
 https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus\_pumilio
 a) https://es.wikipedia.org/wiki/Nothofagus\_glauca, b) https://en.wikipedia.org/wiki/Nothofagus\_glauca

Nom français / anglais	Nom islandais	Nom botanique / latin	Qualités
			températures rigoureuses. Plante de
			plein soleil. Sol au pH acide ou neutre.

<u>Note</u>: Les arbres du genre *Nothofagus* sont les arbres constituant les forêts *fuegiennes* de Patagonie. (°) Pour les espèces préférant une exposition ensoleillée, chercher plutôt des régions à effet de foehn.

# 11 Creusement de cuvettes et construction de murs de protection

Sur l'île volcanique de Pico (Açores), les vignobles sont protégés par un réseau de longs murs, en pierres, espacés et construits parallèlement à la côte et remontant vers le centre de l'île. Ces murs protègent du vent et de l'eau de mer des milliers de petits enclos (currais) rectangulaires où sont planté des vignes. Sur l'île de Lanzarote, à côté (toujours auxAçores), les vignobles sont installés dans des dépressions, entourées de murs de pierres levées en demi-lune, en blocs de basalte non maçonnés. Ces cuvettes et/ou ces murs, en demi-lune ou non, ont pour but :

- 1) De protéger les plantations du vent,
- 2) De les protéger des ovins,
- 3) De concentrer la chaleur.

Nous proposons donc d'installer ces « currais » ou ces murs en demi-lune, sur les champs de lave, dans des zones éloignées des volcans actifs et des zones à lahars<sup>10</sup>.



















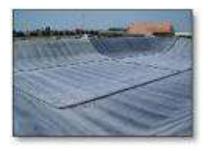
« Currais », murs de pierres parallèles (Açores)

15

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Coulées de boues, causant des inondations catastrophiques.

# 12 Bassin de rétention, avec fond en géotextile

Facultatif. Si le réchauffement d'accélérait, on pourrait prévoir des bassins de rétention et impluvium (en amont), avec fond en géotextile étanche, pour stocker l'eau de rivières et de pluies, qui seraient reliées aux plantations par un système de goutte à goutte (?).







# 13 Apport en terreau

Facultatif: Apporter du terreau (et afin d'éviter d'abîmer le sol qui est très fragile en Islande), soit en l'important d'Europe, par cargo, soit en le fabriquant sur place, dans les serres de plantations (en intérieur chauffé<sup>11</sup>), en récoltant les déchets végétaux et le marc de café (donné bénévolement) ... Terreau pour remplir le fond des cuvettes. Comme le terreau est rare, il faudra l'utiliser avec parcimonie, en fond de cuvette.

# 14 Systèmes d'irrigation

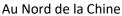
### 14.1 Le cocoon "Groasis Waterboxx Plant"



<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> A l'extérieur, le processus de compostage en région froide ne fonctionne pas ou faiblement.

### 14.2 Le système Cocoon (Land Life company)







Au Pérou





Le système Cocoon est conçu pour fournir de l'eau et un abri à la plantule (avec un taux de survie élevé), tout le long de sa première année. Il nécessite seulement 25 litres à la plantation. Il est 100% biodégradable. Source : <a href="https://www.landlifecompany.com/technology/">https://www.landlifecompany.com/technology/</a>

### 14.3 Système de goutte à goutte

Les techniques israéliennes d'irrigation au goutte-à-goutte sont constamment partagées avec d'autres pays par le biais du Centre de coopération internationale MASHAV du ministère des Affaires étrangères (Sociétés israéliennes spécialisées dans l'irrigation : Plastro, Netafim et NaanDan Jain).

Source: 10 top ways Israel fights desertification [10 moyens par lesquels Israël lutte contre la désertification], Karin Kloosterman, 15 Juillet 2012, <a href="https://www.israel21c.org/top-10-ways-israel-fights-desertification/">https://www.israel21c.org/top-10-ways-israel-fights-desertification/</a>



Système de goutte à goutte israélien.



Goutte à goutte en Inde.

# 15 Le matériel

# Engins de chantier :

Image de l'outil	Nom	Rôle / Usage	Observations / Commentaires	Marque / Référence	Coût (€)	Nb
	4x4 à plateau arrière			A trouver d'occasion	150000 ?	
	Micro-pelle Inférieure à 6T	Pour les chantiers de taille réduite (ex de 680 à 840 mm de large). Pour creuser les tranchées du système d'irrigation.	A la fois des machines à déport réduit « SV » et des machines à déport arrière nul « ViO » (la partie supérieure reste totalement dans la largeur des chenilles). Elles ont besoin d'une maintenance soignée. (CASES conduite catégorie 1).	ProtoMicroTP Mygale 500 ST 500kg Yanmar SV08-1AS	Mini neuf 8000 ttc	1
	Chenille Caoutchouc pour Micro- pelle			Chenille Caoutchouc De Mini-pelle Yanmar Sv08 1a - Chenille Yanmar	143,94	2
	Mini Chargeur/se 4 roues directrices type « bobcat » Inférieure à 4,5T	https:// www.machineryzone.fr / occasion /mini- chargeuse /1/ 3360/ bobcat.html Ces machines sont souvent maltraitées alors qu'elles ont besoin d'une maintenance soignée.	Compacte. (A essayé). Bobcat T190 d'occasion (1313h, 2012): 23 000 € HT Bobcat 463 d'occasion (2017h, 2007): 7500 € HT (CASES conduite catégorie 1).	Caterpillar Komastu Bobcat New Holland Volvo	Mini neuf 15000	

#### Pour la plantation des arbres (tuteurage, arboriculture, pépinières) :

Image de l'outil	Nom	Rôle / Usage	Observations / Commentaires	Marque / Référence	Coû t (€)	N b
	Tuteurs en bois		En bois traité. Différentes tailles		2 10	50
	Colliers plastique pour tuteurage	P	A retirer au bout de 2 à 3 ans, selon la vigueur de l'arbre.	8	9 A 10	50

# 16 Bibliographie

- [1] Guide Delachaux des arbres d'Europe, Owen Johnson, David More, Delachaux & Niestlé, 2005.
- [2] La flore islandaise, <a href="https://www.islande-explora.com/guide/geographie/flore/">https://www.islande-explora.com/guide/geographie/flore/</a>
- [3] Effondrement, Jared Diamond, Folio, 2005-2009.
- [4] Ecological Restoration in Northern Regions : A Social–Ecological System Approach to Analyze Stakeholders'Interactions within a Large-Scale Rangeland Restoration Program [Restauration écologique dans les régions du nord: approche du système social et écologique pour analyser les interactions des parties prenantes dans le cadre d'un programme de restauration à grande échelle de pâturages], Thorunn Petursdottir, Olafur Arnalds, Susan Baker, Luca Montanarella and Ása L. Aradóttir,

file:///C:/Users/LISAN/Documents/Agriculture-bio/projet-reforestation-islande/erosion%20soil%20ES-2012-5399.pdf

- [5] Géographie de l'Islande, <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie">https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie</a> de l%27Islande
- [6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Climat en Islande#Vent et temp%C3%AAtes
- [7] Santiago G. de la Vega, Patagonia, The Laws of the Forest, Contacto Silvestre Ediciones, Buenos Aires, 2003.
- [8] Nothofagus, <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus">https://fr.wikipedia.org/wiki/Nothofagus</a>
- [9] Importance des arbres et des forêts, Benjamin LISAN, <a href="http://www.doc-developpement-durable.org/documents-pedagogiques-de-sensibilisation/Importance-des-arbres-et-des-forets.pptx">http://www.doc-developpement-durable.org/documents-pedagogiques-de-sensibilisation/Importance-des-arbres-et-des-forets.pptx</a>
- [10] Influence de l'homme sur le climat, Benjamin LISAN, 3/10/05,

http://benjamin.lisan.free.fr/jardin.secret/EcritsScientifiques/climat/InfluenceHommeSurClimat.htm

## Table des matières

1	Le r	echauffement climatique	1
2	La c	léforestation dans le monde	1
	2.1	Ampleur de la déforestation dans le monde	1
		Conséquences de la déforestation dans le monde	
3	Rôle	e des forêts	2
4	Solu	utions contre la déforestation	3
5	La f	ragilité des sols en Islande	3
	5 1	Causes de l'infertilité et de la fragilité des sols dans les régions froides	3

	5.2	Causes humaines	4
	5.3	Causes liées à la nature volcanique et de la légère du sol	4
6	Ge	éologie et pédologie de l'Islande	5
7	Cl	limat	6
	7.1	Moyennes et maximums climatiques à Reykjavik (Sud-Ouest de l'Islande)	6
	7.2	Cartes des températures moyennes et maximums en Islande	8
	7.3	Vents et tempêtes	9
	7.4	Utilisation actuelle des sols	10
8	Le	es campagnes de reforestation en Islande	11
9	Le	e projet	12
1(	)	Liste des espèces proposées	12
1:	1	Creusement de cuvettes et construction de murs de protection	15
12	2	Bassin de rétention, avec fond en géotextile	16
13	3	Apport en terreau	16
14	1	Systèmes d'irrigation	16
	14.1	Le cocoon "Groasis Waterboxx Plant"	16
	14.2	Le système Cocoon (Land Life company)	17
	14.3	Système de goutte à goutte	17
15	5	Le matériel	18
16	5	Bibliographie	19