



n° 60

30^e année

2 - 2006

LES GRANDS
MILIEUX
CLIMATIQUES
FROIDS

Fédération des Professeurs de Géographie

Composition du Conseil d'Administration

Présidente

B. DEVOS

Vice-présidents

L. AIDANS
G. DENIES

Secrétaire Général

B. ANDRIES
av. du Sacré-Cœur, 67/1 - 1090 Bruxelles

Trésorier

P. GRIDELET
rue Jamagne, 12A - 4570 Marchin

Administrateurs

M. BARBÉ, J-M. BARTHEL, A. BARTHELEMI, M. BEKAERT, D. BELAYEW, P. BUXANT, J-F CLOSE, L. FARACI, P. LOTHER, B. MERENNE-SCHOUMAKER, J-L MULLIER, C. NYS, M-L. PAPY, N. REKIK, C. RICARDEAU

Les grands milieux froids

Initiée par Dimitri Belayew et Xavier Gooris dans le milieu des années 80 et au début des années 90, la série de documents consacrée aux différents climats de la Terre a connu un franc succès et fait encore pour bon nombre d'entre nous référence.

Aussi, beaucoup de collègues nous sollicitent pour pouvoir bénéficier de ces précieuses données. C'est pourquoi, le conseil d'administration m'a chargé de regrouper et de remettre en page les documents clés qui trouvent depuis quelques années déjà leurs places dans nos cours.

Une sélection rigoureuse a donc guidé ce travail avec comme fil conducteur les nouveaux programmes prévalant dans notre discipline. La plupart des documents ont donc été remis en page afin d'en améliorer la lisibilité et les progrès de la technique informatique nous ont permis d'y insérer des documents photographiques et cartographiques qui, dans la première édition, étaient absents ou reproduits dans de mauvaises conditions.

Ce second numéro évoquera les géosystèmes froids des hautes latitudes et abordera un volet inédit à ce jour consacré au réchauffement climatique.

Un autre souci fut d'actualiser certaines données et informations afin que ces dossiers puissent avoir une durée de vie axée sur le moyen et long termes. Pour des informations complémentaires, on pourra toujours consulter le site de la Fégépro (www.fegepro.be) dans la rubrique « multimédia » ou encore dans la rubrique « outils » où il est possible de télécharger les données climatiques présentes dans ce volume ainsi qu'une feuille au format Excel permettant de réaliser ses propres diagrammes ombrothermiques.

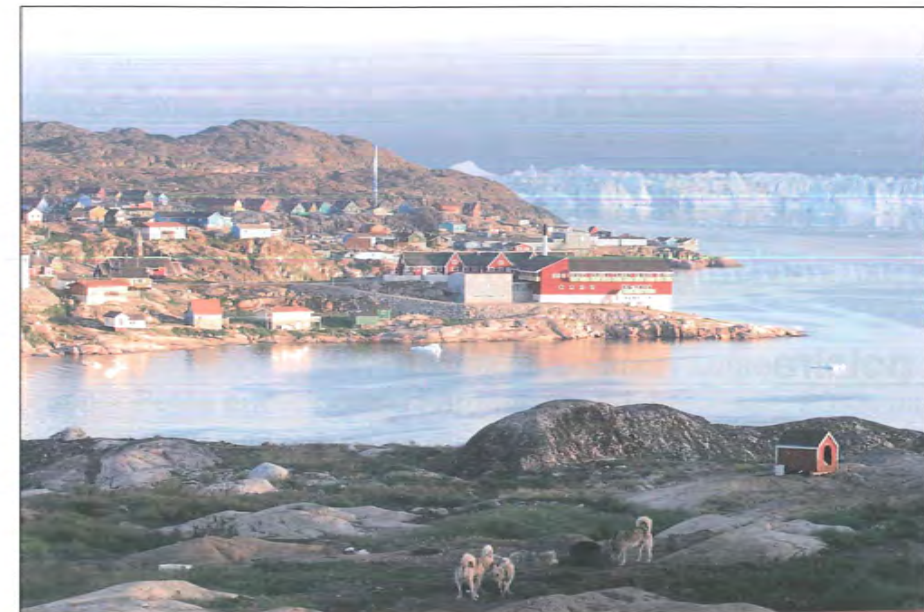
Ce second volume sera suivi d'un troisième et dernier volet consacré cette fois aux géosystèmes tempérés. Le premier volume de cette série est paru en mai-juin 2005 (n°166) et était consacré aux grands milieux chauds.

Nous espérons que vous y trouverez l'occasion d'agrémenter vos cours et que les références s'y trouvant sauront guider vos séquences pédagogiques et répondre à vos attentes.

Pour la FEGEPRO,
Laurent AIDANS.

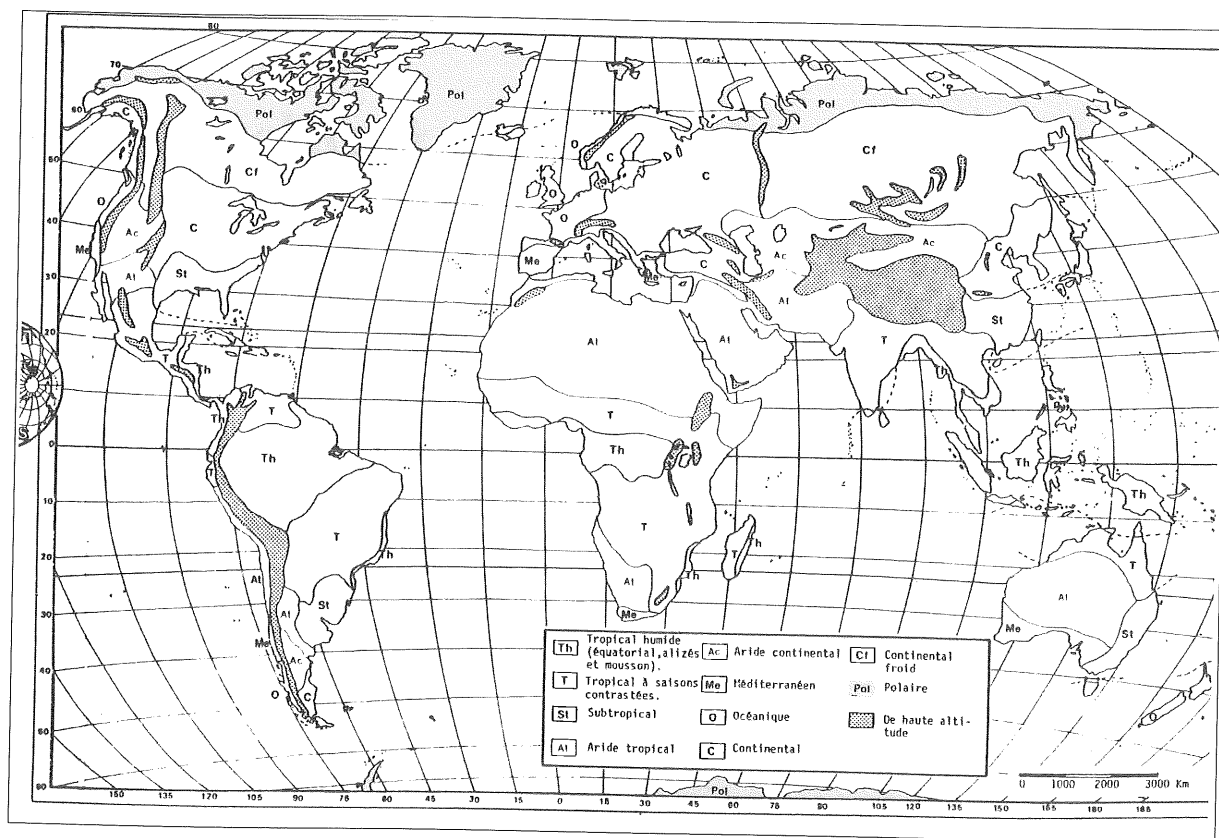
Les grands milieux froids

Les géosystèmes polaire et
aride froid



Ilulissat au Groenland

1. Localisation



2. Les caractéristiques climatiques

Le climat polaire

Le climat polaire est aride, sans chaleur estivale, avec des hivers glaciaux et des vents puissants qui renforcent la capacité desséchante de l'air: tout cela exclut presque le maintien de la vie.

L'isotherme + 10°C

L'extension du climat polaire peut être caractérisée par l'isotherme + 10 °C pour la moyenne du mois le moins froid. Dans l'hémisphère Sud, cette limite passe grossièrement vers le 50° sud et, autour de l'Arctique, elle est plus irrégulière, circulant entre le 50° nord (Labrador) et le 70° nord (nord-est de la Sibérie, Alaska), englobant l'ensemble du Groenland, les deux tiers de l'Islande, une frange de la Scandinavie et le Territoire du Nord-Est. Sous ces latitudes, en hiver, le froid est permanent, et février, le mois le plus rigoureux. Au Canada, à la station Eurêka située à 83° nord, la température moyenne de février est de - 37 °C. Le littoral nord de l'Eurasie est pris dans les glaces, à l'exception d'une mince bande bordant la Scandinavie, soumise à la dérive nord-atlantique. L'été est nettement moins froid: le

pourtour de l'océan Arctique est libéré des glaces. Néanmoins, aucun mois n'est à l'abri des gelées. Plus on remonte vers les pôles et plus on s'enfonce sur les surfaces englacées, moins les précipitations sont abondantes: les chutes annuelles de neige sont d'environ 1 m dans les régions insulaires situées près du cercle polaire et de 5 cm au coeur de l'Antarctique.

Des nuances

À l'intérieur de ces limites, il existe des nuances sensibles être le climat du centre des inlandsis (Groenland, Antarctique), le climat arctique continental (littoral septentrional de la Sibérie, du Canada et du Groenland), le climat polaire océanique (nord de la Scandinavie, îles du nord de l'Écosse, Spitzberg, sud-ouest du Groenland) et le climat subpolaire océanique (nord de l'Islande, pointe méridionale du Groenland, îles du sud des océans Indien et Pacifique). Le premier climat est perpétuellement froid (- 89 °C en juillet 1989 à Vostok, au coeur de l'Antarctique) ; les précipitations, toujours solides, sont faibles. Le second possède déjà une période estivale avec un dégel marqué. Le troisième connaît des températures hivernales rigoureuses mais un été avec un dégel de plusieurs mois et des précipitations abondantes (300 à 500 mm). Le quatrième est déjà plus doux: le dégel est possible toute l'année et les précipitations sont très abondantes (500 à 1500 mm par an) sous forme de neige en hiver.

L'anticyclone polaire

Ces situations climatiques sont liées à la circulation atmosphérique générale: en hiver, les températures très basses sont dues à la faiblesse de l'éclairement solaire qui favorise la mise en place d'une zone de hautes pressions. Cela empêche toute advection d'air plus doux ou humide. Plus bas en latitude, les courants d'ouest, particulièrement puissants dans l'hémisphère austral, permettent des advections d'air humide. En été, l'éclairement solaire engendre l'affaiblissement des hautes pressions: les perturbations circulant sur les marges peuvent pénétrer des zones inaccessibles en hiver.

Extrait de Chémery Laure, *Petit atlas des climats*, collection « Petite encyclopédie Larousse », éd. Larousse, 2003, pages 98 et 99.

Le climat aride froid

Des précipitations rares, une humidité relative faible, un ensoleillement important, un été torride, un hiver rigoureux : telles sont les caractéristiques du climat aride froid.

Des précipitations faibles et irrégulières

Le climat aride froid est observé sur les continents des moyennes latitudes en Amérique du Nord et, dans une moindre mesure, en Amérique du Sud et en Argentine. Mais c'est en Eurasie qu'il connaît son extension la plus remarquable, des rives de la mer Noire à la Mongolie, en passant par l'Asie centrale.

Dans ces régions, les précipitations sont faibles et irrégulières. Cela est lié à la rareté des advections d'air océanique, soit que ces régions soient situées à plusieurs

milliers de kilomètres des océans (Asie), soit qu'elles soient abritées de leur influence par une barrière montagneuse (Amérique du Nord et du Sud). Certaines régions, comme les plateaux tibétain et iranien, cumulent les deux facteurs. Les précipitations sont irrégulières sauf dans les régions semi-arides où une saison des pluies peut s'esquisser. C'est en particulier le cas des régions situées à l'est de la mer Caspienne, sur laquelle les masses d'air portées par les courants d'ouest ont la possibilité de se recharger en humidité: un pic de précipitations se produit au printemps.

Amplitudes thermiques marquées et vents desséchants

Les températures dépendent bien sûr de la latitude: plus on remonte, plus la température moyenne est basse. Les amplitudes thermiques quotidiennes sont importantes. Cela est dû à la faible hygrométrie de l'air et à l'absence de nuages qui génère un ensoleillement important et un effet de serre limité : l'échauffement diurne et refroidissement nocturne sont accentués. Les amplitudes annuelles, qui se creusent aussi lorsqu'on remonte en latitude, sont davantage marquées: journées d'été chaudes et journées d'hiver glaciales. Ce contraste saisonnier est également lié aux différences d'apports solaires, déjà sensibles à ces latitudes. Du point de vue des vents, toutes les régions situées sous les massifs (Andes, Rocheuses, plateau iranien et Pamir) peuvent être touchées par des fœhns aux redoutables effets desséchants: chinook en Amérique du Nord ou afghanet en Asie centrale.

La continentalité

Du point de vue atmosphérique, la sécheresse s'explique d'abord par les facteurs géographiques (éloignement des océans, montagnes formant abri). Mais la situation des centres d'action renforce ces facteurs: en hiver, des hautes pressions limitent les advections d'air humide. En été, la mise en place de basses pressions peut faciliter des arrivées de masses d'air tropical plus ou moins altérées ou rechargées en eau sur les mers intérieures, quand elles existent.

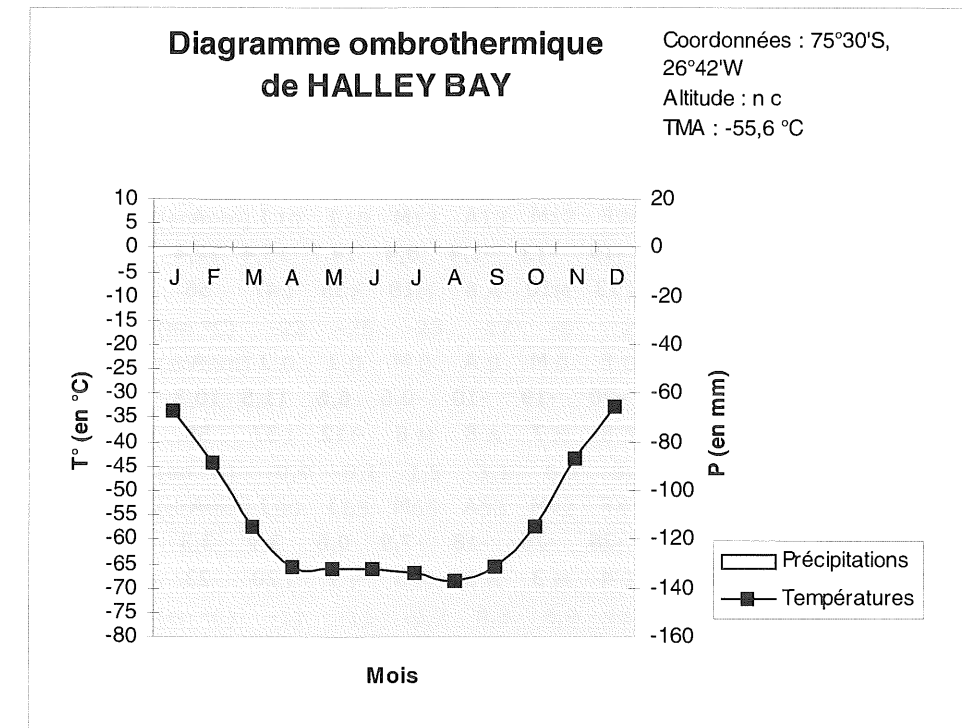
Remarque : le climat hypercontinental

À partir de 50° nord, le climat hypercontinental occupe de vastes étendues en Amérique du nord et en Asie. Transition entre climats tempérés continentaux, climats polaires et climats arides froids, il est caractérisé par plusieurs mois d'hiver secs et très froids et par un court été peu pluvieux, souvent chaud et orageux, au cours duquel la végétation se développe avec exubérance. C'est là que se trouve la plus forte amplitude entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid: 62° C en Sibérie. Les précipitations restent médiocres sauf sur les façades orientales où des advections d'air humide sont plus fréquentes. Une couche neigeuse recouvre le sol pendant 6 à 8 mois; des anticyclones puissants sont présents sur ces régions où soufflent des vents violents (blizzard ou bourane).

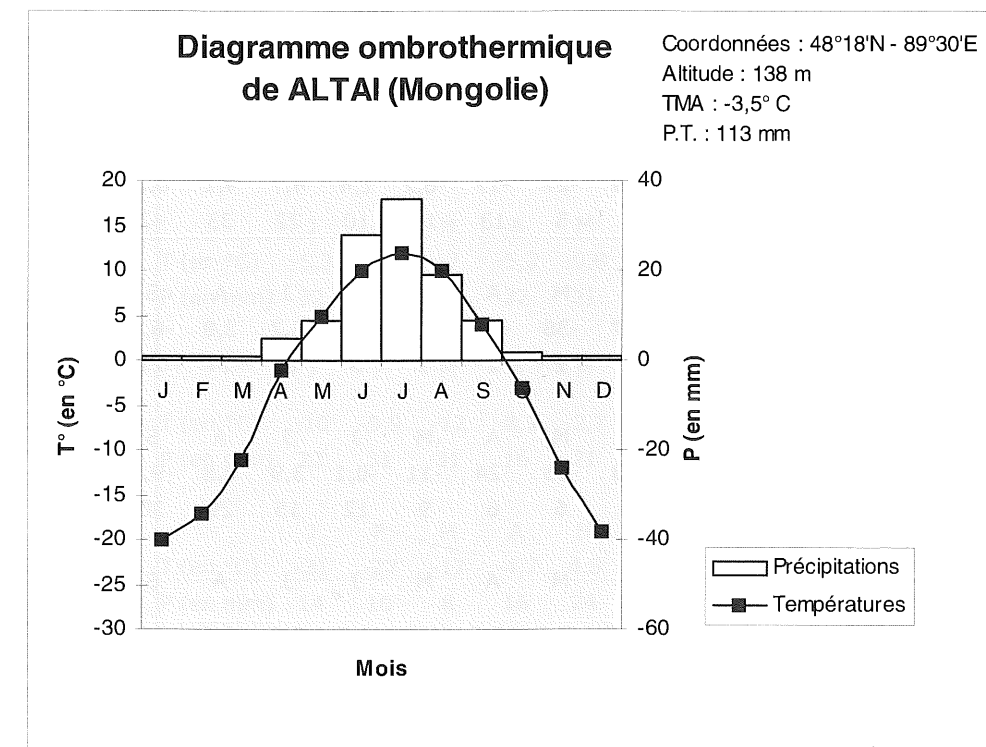
Extrait de Chémery Laure, *Petit atlas des climats*, collection « Petite encyclopédie Larousse », éd. Larousse, 2003, pages 100 et 101.

Exemples de diagrammes ombrothermiques

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
HALLEY BAY (75°30' S - 26°42' W)	T (en °C)	-5,4	-8,9	-15	-22	-26	-24	-28	-31	-24	-19	-12	-6,8	-18,4
	P (en mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
ALTAI (Mongolie) (48°18' N-89°30'E)alt: 138m	T (en °C)	-20	-17	-11	-1	5	10	12	10	4	-3	-12	-19	-3
	P (en mm)	1	1	1	5	9	28	36	19	9	2	1	1	113



3. Quelques données climatiques

Arctique

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
ANCHORAGE (Alaska) (61°10' N - 147°59' W)	T (en °C)	-11	-7,8	-4,8	2,1	7,7	12,5	13,9	13,1	8,8	1,7	-5,4	-9,8	1,8
	P (en mm)	20	18	13	11	13	25	47	65	64	47	26	24	374
FAIRBANKS (Alaska) (64°49' N - 147°52' W)	T (en °C)	-24	-19	-13	-1,4	8,4	14,7	15,4	12,4	6,4	-3,2	-16	-22	-3,4
	P (en mm)	23	13	10	6	18	35	47	56	28	22	15	14	287
KOTZEBUE (Alaska) (66°52' N - 162°38' W)	T (en °C)	-21	-20	-19	-10	-0,6	6,6	11,5	10,3	4,9	-4,1	-14	-20	-6,3
	P (en mm)	10	8	7	8	8	12	37	55	31	15	9	7	208
BARROW (Alaska) (71°18' N - 156°47' W)	T (en °C)	-27	-28	-26	-18	-7,9	0,6	3,9	3,3	-0,8	-8,6	-18	-24	-12,4
	P (en mm)	5	4	3	3	3	9	20	23	16	13	6	4	110
WHITE HORSE (Canada) (60°43' N - 135°04' W)	T (en °C)	-18	-14	-7,6	0,1	7,5	12,6	14,2	12,4	7,9	0,7	-8,2	-15	-0,7
	P (en mm)	18	14	15	11	13	27	35	37	25	19	23	20	257
BAKER LAKE (Canada) (64°18' N - 96°00' W)	T (en °C)	-33	-33	-26	-16	-5,8	3,9	10,7	10	2,8	-7,5	-20	-28	-11,9
	P (en mm)	5	4	6	9	8	21	40	45	34	20	9	7	208
COPPERMINE (Canada) (67°49' N - 115°05' W)	T (en °C)	-29	-30	-26	-17	-5,6	3,4	9,3	8,4	2,6	-6,9	-20	-26	-11,4
	P (en mm)	13	8	15	14	12	20	34	44	29	27	17	13	246
CLYDE (Canada) (70°27' N - 68°33' W)	T (en °C)	-27	-29	-27	-17	-6,2	1,4	4,7	4,1	0,2	-6,6	-18	-26	-12,2
	P (en mm)	11	7	5	13	14	10	22	33	42	32	14	4	207
EUREKA (Canada) (80°00' N - 85°56' W)	T (en °C)	-36	-37	-38	-27	-9,7	2,7	5,7	3,8	-6,7	-22	-31	-35	-19,1
	P (en mm)	3	2	2	2	3	3	16	14	11	9	2	2	69
ALERT (Groenland) (82°30' N - 62°20' W)	T (en °C)	-32	-33	-33	-24	-11	-0,1	3,9	0,8	-9,5	-20	-26	-30	-17,8
	P (en mm)	6	6	6	6	9	12	15	29	30	16	6	7	148
ANGMASSALIK (Groenland) (67°37' N - 37°39' W)	T (en °C)	-7,5	-7,8	-6,4	-3,5	1,4	4,9	6,6	6,6	4,1	0,3	-2,8	-5,7	-0,8
	P (en mm)													NC

DANMARK HAVN (Groenland) (76°46' N - 18°46' W)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-22	-23	-23	-17	-6,7	1,2	3,5	2,3	-4,1	-12	-19	-21	-11,8
	P (en mm)	10	10	10	10	0	0	10	10	10	10	10	10	100
NORD (Groenland) (81°36' N - 16°40' W)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-29	-30	-31	-24	-11	-0,4	3,9	1,4	-8,5	-18	-24	-27	-16,5
	P (en mm)													NC
ILULISSAT (Groenland) (69°13' N - 51°03' W) alt: 31 m	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-15	-16	-14	-8	0	5	7	6	2	-3	-8	-11	-4
	P (en mm)	10	10	13	13	17	20	30	32	35	26	2	15	240
THULE (Groenland) (76°32' N - 68°30' W) alt: 59 m	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-22	-25	-23	-17	-6	2	5	3	-2	-10	-17	-21	-11
	P (en mm)	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	0	50
REYKJAVIK (Islande) (64°08' N - 21°56' W)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-0,4	-0,1	1,5	3,1	6,9	9,5	11,2	10,8	8,6	4,9	2,6	0,9	5
	P (en mm)	90	65	65	53	42	41	48	66	72	97	85	81	805
KAJAANI (Finlande) (64°17' N - 24°41' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-11	-11	-6,7	0,3	6,9	12,9	16,1	14	8,3	2,1	-2,6	-7	1,9
	P (en mm)	31	22	23	33	36	66	71	70	61	51	40	32	536
KARESUANDO (Finlande) (68°27' N - 22°30' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-14	-14	-9,9	-3,6	3	9,8	13,7	11,2	5,4	-1,6	-7,3	-11	-1,5
	P (en mm)	19	18	17	19	26	46	63	57	41	26	26	22	380
SODANKYLÄ (Finlande) (67°22' N - 26°39' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-14	-13	-9	-2,1	4,9	11,3	14,7	12	6,2	-0,5	-5,8	-9,8	-0,4
	P (en mm)	27	26	20	31	31	56	74	71	57	43	39	31	508
TROMSÖ (Norvège) (69°42' N - 19°01' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-2,7	-3,3	-2	1	4,6	8,7	12	11,1	7,7	3,7	0,5	-1,3	3,3
	P (en mm)	118	94	113	75	65	57	56	83	115	131	97	115	1119
BJORNOYA (Norvège) (74°31' N - 19°10' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-5,3	-6,2	-7	-5,2	-0,8	2,4	4,5	5,2	3	0,6	-1,6	-3,6	-1,2
	P (en mm)	32	27	30	22	21	28	25	39	47	39	28	27	365
ISFJORD RADIO (Norvège) (78°04' N - 13°38' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-10	-9,9	-12	-8,2	-2,7	2,1	5	4,5	1,3	-2,4	-5,3	-7,9	-3,8
	P (en mm)	22	31	31	16	21	26	32	36	36	44	23	36	354
ERBOGACEN (Russie) (61°16' N - 108°01' E)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année	
	T (en °C)	-31	-27	-17	-4,7	4,8	14,2	17	13	5,5	-4,9	-22	-29	-6,8
	P (en mm)	14	10	8	16	24	42	60	49	30	32	21	17	323

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
IAKOUTSK (Russie) (62°05' N - 129°45' E)	T (en °C)	-43	-37	-23	-6,9	6,6	16,1	19,5	15,5	6,3	-7,9	-28	-40	-10,1
	P (en mm)	7	6	5	7	16	31	43	38	22	16	13	9	213
VERKHOÏANSK (Russie) (67°33' N - 133°23' E)	T (en °C)	-47	-43	-30	-14	2,7	12,9	15,7	11,4	2,7	-14	-36	-45	-15,2
	P (en mm)	7	5	5	4	5	25	33	30	13	11	10	7	155
KHATANGA (Russie) (71°59' N - 102°28' E)	T (en °C)	-32	-31	-29	-18	-6,3	5,7	12,5	8,8	1,7	-11	25,8	-29	-14,4
	P (en mm)	17	13	12	12	16	27	38	48	39	31	24	19	296
OSTROV DIKSON (Russie) (73°30' N - 80°14' E)	T (en °C)	-24	-24	-25	-16	-7	0,7	4,9	5,4	1,9	-6,6	-17	-21	-10,7
	P (en mm)	20	13	17	9	11	23	32	46	42	21	14	18	266
MYS CELJUSKIV (Russie) (77°43' N - 104°17' E)	T (en °C)	-27	-27	-28	-21	-9,7	-1	1,5	0,8	-2,2	-10	-20	-25	-14,1
	P (en mm)	12	14	18	21	24	25	27	28	24	21	16	14	244

Antarctique

Stations		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	année
ORCADAS (60°44' S - 44°44' W)	T (en °C)	0,2	0,4	-0,2	-2,7	-6,6	-9,8	-10	-9,7	-6,2	-3,3	-2,1	-0,4	-4,2
	P (en mm)	35	41	55	42	35	27	28	27	32	31	32	27	412
DAVIS (68°35' S-77°58'E)alt : 12 m	T (en °C)	1	-2	-8	-12	-15	-15	-17	-17	-16	-12	-5	0	-10
	P (en mm)	2	4	10	10	10	8	6	4	4	4	2	2	64
HALLEY BAY (75°30' S - 26°42' W)	T (en °C)	-5,4	-8,9	-15	-22	-26	-24	-28	-31	-24	-19	-12	-6,8	-18,4
	P (en mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VOSTOK (78°30' S - 106°50' E)	T (en °C)	-33	-44	-57	-66	-66	-66	-67	-68	-66	-57	-44	-33	-55,6
	P (en mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRYTVIKEN (54°16' S - 36°30' W)	T (en °C)	4,4	5,3	5	3	0,8	-0,8	-1,5	-1,4	-0,1	2	3,5	3,5	2
	P (en mm)	118	115	139	126	174	123	113	121	102	89	92	119	1432

4. Sélection de documents pour aborder les géosystèmes polaire et aride froid en classe

Thème : une coupe-synthèse

Doc 1

Paysages du domaine glaciaire

En dehors des glaciers de montagne, le domaine glaciaire, ou inlandsis, recouvre sur des épaisseurs de plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de mètres, d'immenses régions de l'Arctique et de l'Antarctique. Cette énorme accumulation de glace, que surmontent seulement les sommets des plus hautes montagnes (nunataks), peu à peu érodés et nivelés, s'explique, non par les précipitations, qui sont très réduites, mais par la faiblesse de l'ablation sous ces climats très froids. Le mouvement de la glace est très lent, sauf à la périphérie, où l'inlandsis se termine sur le littoral par de hautes falaises de glace (la barrière) qui s'écroulent dans la mer et forment des icebergs. La banquise qui, elle, est formée par de l'eau de mer gelée, est une croûte de glace continue, d'épaisseur moyenne de deux mètres, et qui se fragmente sous l'effet des courants et du dégel. Les fjords sont d'anciennes vallées glaciaires, creusées à une époque où l'inlandsis s'étendait sur des régions bien plus vastes qu'aujourd'hui, et où par conséquent le niveau des océans était beaucoup plus bas. Ces anciennes auge glaciaires, aujourd'hui envahies par la mer, forment des baies étroites et profondes qui s'enfoncent sur plusieurs dizaines de kilomètres dans les terres. Le recul des glaces a également découvert de grandes régions jadis rabotées par les glaciers, aujourd'hui couvertes par la toundra. On peut y lire les traces du travail d'érosion de l'inlandsis : roches moutonnées, drumlins (anciennes moraines), sandurs (cônes d'épandage), vallums morainiques, lacs, marécages, tourbières, etc.

D'après l'Encyclopédie Hachette Multimédia 2007, édition intégral

Paysages du domaine glaciaire



Thème : végétation, sol et faune

Doc 1

La faune et la flore au Canada

La toundra arctique

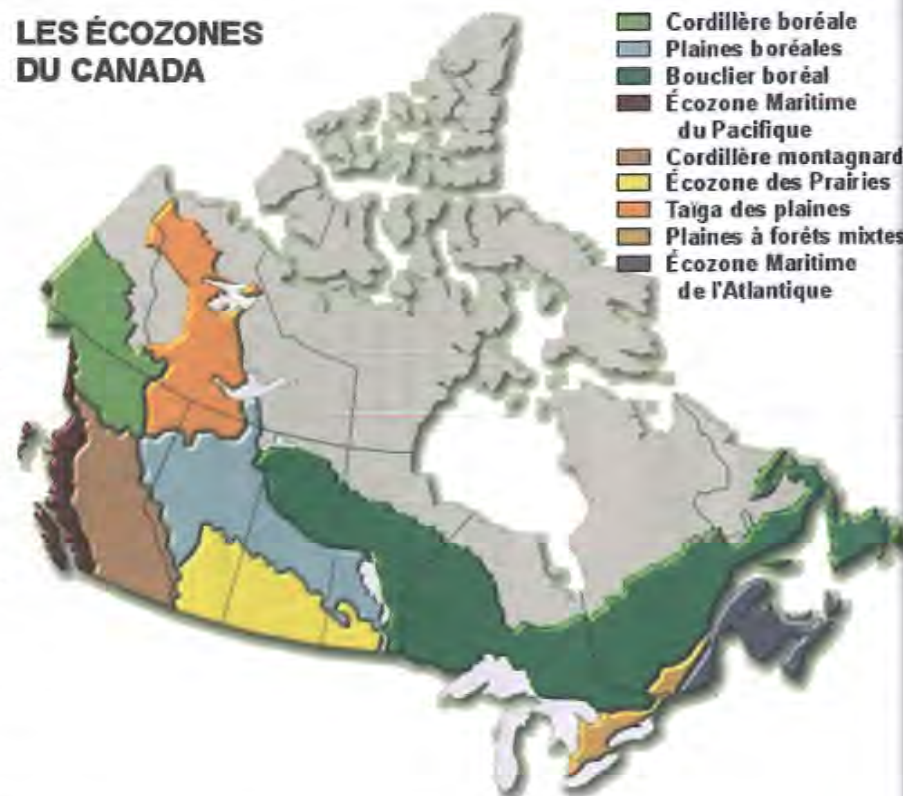
Les constellations de la Grande Ourse et de la Petite Ourse veillent en permanence dans le firmament du Grand Nord canadien. C'est en raison de cette présence assidue que l'on qualifie d'« arctique » la région sise à l'intérieur du cercle polaire boréal — *arktos* — signifiant ours en grec.

Les écozones arctiques englobent toutes les îles de l'Arctique, ainsi que le nord du continent depuis le Yukon jusqu'au Labrador. C'est le pays des froids intenses, où les températures annuelles moyennes varient entre -17 °C et -7 °C selon les régions. En février 1979, les météorologues de la station Eureka, sur l'île d'Ellesmere, ont calculé une température mensuelle moyenne de $-47,9\text{ °C}$, un record encore inégalé au Canada. Dans de telles conditions, rien d'étonnant à ce que le sol demeure gelé toute l'année, parfois sur une profondeur de plusieurs centaines de mètres. Il s'agit du pergélisol. Cette région est également la moins arrosée du pays. C'est le domaine de la toundra, mot qui vient de *tunturi*, c'est-à-dire « terre dénudée » en finnois.

Dénudée, cette contrée l'est certes par endroits. Mais à mesure que l'on se dirige vers le sud, la végétation se fait moins éparse. Et quand les beaux jours arrivent, quand le soleil luit même la nuit, le sol dégèle en surface et un tapis végétal se met à courir sur les terres désolées. Des fleurs, comme celles de la dryade, de la saxifrage ou du pavot arctique, émaillent le sol de taches aussi éclatantes qu'éphémères. Quelques arbustes, tel le saule arctique, se réservent les emplacements les plus favorables, tandis que les lichens croissent sur les surfaces dédaignées de tous. Curieux assemblages d'un champignon et d'une algue, les lichens sont omniprésents dans la toundra arctique, où ils jouent un rôle de premier plan, permettant notamment au caribou de subsister pendant le long hiver.

Si ces terres semblent bien ingrates, elles n'en nourrissent pas moins une faune variée, bien adaptée au rude climat et aux maigres ressources. Les caribous s'y rassemblent en grandes hardes, tandis que les loups et les renards parcourent de grandes étendues à la recherche de proies. Bien au chaud sous sa longue fourrure en haillons, le boeuf musqué arpente sans répit la toundra à la recherche de quelques brins de verdure. L'ours blanc, pour sa part,

LES ÉCOZONES DU CANADA



préfère le bord de mer, où il peut se régaler de poissons et de mammifères marins, comme le phoque. Les eaux arctiques regorgent de nombreuses espèces, notamment le morse, le béluga et le narval, véritable incarnation de la mythique licorne. Enfin, pendant la saison de reproduction, cette région accueille d'innombrables oiseaux migrateurs, dont les oies des neiges et les bernaches du Canada. Quelques rares oiseaux ont élu domicile de façon permanente dans la toundra, ce qui ne les empêche toutefois pas de séjourner plus au sud quand la faim se fait sentir. C'est le cas du harfang des neiges qui peut, grâce à son plumage, survivre à des températures de -50 °C .

La taïga

Au Canada, comme dans le Nord de l'Europe, la taïga dessine une large bande qui s'intercale entre la toundra et la forêt boréale. Les écozones de la taïga connaissent des températures annuelles moyennes se situant entre -10 °C dans la Cordillère ou le delta du Mackenzie et 0 °C au Labrador. Les précipitations demeurent faibles à l'ouest de la baie d'Hudson (200 à 500 millimètres dans les plaines du Mackenzie), mais peuvent atteindre 1000 millimètres au Labrador. Le pergélisol s'y rencontre de façon discontinue.

C'est dans les limites de ces écozones que l'arbre fait son apparition. L'épinette noire, frêle et éparse, fait une timide percée au nord, parmi les mousses, les carex et les arbustes de bouleaux et de saules nains. Dans les endroits bénéficiant de conditions climatiques plus favorables s'installent des peuplements plus denses et des arbres plus robustes. Apparaissent aussi l'épinette blanche, le peuplier baumier, le pin gris et, dans les milieux humides, le saule, le mélèze et l'aulne.

La taïga est fréquentée tant par les habitants de la toundra, comme le renard arctique ou encore le caribou qui vient y passer l'hiver, que par ceux de la forêt boréale.

La forêt boréale

Cette forêt de conifères court en un épais ruban tout autour de l'hémisphère Nord. Au Canada, elle coupe la Cordillère pour traverser ensuite les plaines et le Bouclier et aboutir à l'île de Terre-Neuve. En raison de leur étendue, les écozones de la forêt boréale jouissent de conditions climatiques très variables. Les températures annuelles moyennes sont les plus froides dans les plaines du centre-ouest (-4 °C) et les plus douces sur les côtes ($+5\text{ °C}$). Les précipitations annuelles ne dépassent guère les 300 millimètres au nord de l'Alberta, alors qu'elles atteignent 1 500 millimètres à certains endroits de la Cordillère et 1 000 millimètres au Labrador.

La forêt boréale aligne, à perte de vue, les silhouettes élancées des épinettes noires et des épinettes blanches, auxquelles se mêlent celles des sapins et des mélèzes. Sur toute sa frange méridionale abondent le bouleau à papier, le peuplier faux-tremble et le peuplier baumier.

Le wapiti, l'ours noir, le raton laveur, la martre, la mouffette et le lynx figurent parmi ses hôtes les plus assidus. Sur la Cordillère, elle abrite également le mouflon, la chèvre de montagne et le grizzli.

La forêt mixte méridionale

« Toute la terre des deux côtés dudit fleuve jusqu'à Hochelaga [Montréal] et plus loin est aussi belle terre et unie que jamais homme regarda. [...] Toute cette terre est couverte et pleine de bois de plusieurs sortes, et force vignes [...] » La forêt de la vallée du Saint-Laurent avait fort impressionné Jacques Cartier lors de son voyage au Canada en 1535. Aujourd'hui, moins de 10 % du couvert forestier subsiste. Cette zone, qui comprend la péninsule sud-ontarienne et la vallée du Saint-Laurent jusqu'à Québec, est en effet la plus densément peuplée et la plus cultivée du pays.

Les hivers y demeurent passablement froids (la moyenne des températures hivernales se situant entre $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$), mais les étés se font relativement chauds et longs ($16\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Cette région bénéficie de pluies abondantes.

Ces conditions climatiques ont favorisé l'implantation de feuillus (érable, hêtre, orme, tilleul, chêne, noyer et caryer), d'où le nom d'écozone des plaines à forêts mixtes.

Sous cet épais feuillage vit une abondance de petits mammifères, dont le raton laveur, l'écureuil, la marmotte, sans oublier le lapin à queue blanche. Les grands animaux comme le cerf de Virginie ou l'ours noir y sont rarissimes.

La forêt mixte de l'Atlantique

L'écozone maritime de l'Atlantique, qui comprend les Maritimes et le Sud-Ouest du Québec, subit l'influence de l'océan. En conséquence, le climat s'y trouve plus frais et plus humide que dans la vallée du Saint-Laurent. Les forêts couvrent 70 % de ce territoire : l'épinette rouge et le sapin baumier côtoient le bouleau jaune et l'érable à sucre. On fait aussi parfois la rencontre du pin et de la pruche, ainsi que de quelques espèces plus froides, comme le peuplier. Petits et gros mammifères peuplent cette forêt, de l'orignal et du cerf de Virginie à la mouffette en passant par l'ours noir et le lynx. Sur les flancs des falaises maritimes nichent des colonies de cormorans, de guillemots, de fous de Bassan, de petits pingouins et d'autres oiseaux marins.

Les prairies

L'écozone des prairies occupe la partie méridionale de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba. L'ombre de la pluie que projette la Cordillère, combinée aux températures estivales élevées, explique l'aridité de cette zone et l'absence d'arbres.

Dans la frange septentrionale, des bouquets de peupliers faux-trembles et de peupliers baumiers parsèment la prairie; c'est ce que l'on appelle la forêt-parc, ou la tremblaie-parc. Les prairies du Manitoba bénéficient de pluies plus fréquentes, aussi la végétation naturelle est-elle composée de hautes herbes. À mesure que l'on se dirige vers l'ouest, le couvert végétal se fait plus court et moins dense pour se réduire à des broussailles dans les secteurs les plus secs. Le Sud-Ouest de la Saskatchewan et le Sud-Est de l'Alberta abritent même deux espèces de cactus indigènes : la raquette fragile et la raquette à épines nombreuses. Les prairies fourmillent de petits mammifères comme le chien de prairie, le spermophile, le gaufre, le lièvre et le blaireau. Aujourd'hui, les hardes de bisons ne sillonnent plus la plaine, mais parfois un cerf mulet, un wapiti, un coyote ou une antilope la traverse.

La Cordillère

La Cordillère est un véritable écrin qui s'ouvre sur les paysages les plus grandioses et les plus diversifiés. Elle offre un condensé de tous les climats, de tous les reliefs, de toutes les végétations. Elle réunit les plus hauts sommets du pays, coiffés de leurs neiges éternelles, des vallées de forêt dense, des plateaux secs et arides et des plaines côtières.

Les forêts, montagnardes et côtières, se composent d'essences d'arbres tout à fait particulières, que l'on ne rencontre nulle part ailleurs au Canada, comme la pruche de l'Ouest, le thuya géant ou le douglas bleu, qui prennent parfois des proportions gigantesques.

Source : Statistique Canada, http://142.206.72.67/r000_f.htm (octobre 2006.)

Flore et faune de la toundra

Dans le climat rigoureux, instable de la toundra, seules survivent une flore et une faune résistantes et acclimatées. La manière dont flore et faune s'adaptent au climat de la toundra donne un aperçu de son influence sur toute forme de vie.

LA FLORE

Elle se présente sous quatre formes végétales (arctiques, alpines, mousses, lichens, et bruyères naines) qui poussent souvent les unes près des autres car elles dépendent toutes d'agents climatiques locaux, tels que les différences de substrat, l'humidité du sol, la durée de la couverture neigeuse et les zones abritées.

Les espèces arctiques alpines poussent sur le relief mais peuvent s'étendre aux basses latitudes. Les mousses se développent en zones humides, formant des monticules tourbeux séparés par des flaques d'eau. Les lichens poussent sur des sols plus secs et moins profonds, où de minces couches de tourbe s'accumulent. On rencontre souvent des arbustes nains et des plantes herbacées, comme les graminées et les joncs, entre les colonies de lichens. Quant aux bruyères naines, ce sont des arbrisseaux rabougris ou rampants, à croissance lente, ne dépassant guère 20 cm de haut, rencontrés surtout en sols sableux bien drainés, secs en été et pauvres en nutriments.

ENTRE TOUNDRA ET TAÏGA

Sur la bordure sud de la toundra, là où elle devient la taïga, croît une diversité grandissante d'espèces végétales, constituant une mosaïque d'arbres et d'espaces dégagés qui dépend souvent de la topographie, ainsi que de la qualité du drainage. D'ordinaire, la limite nord de la taïga se confond avec l'isotherme (ligne reliant, sur une carte, les points de température moyenne égale) du mois le plus chaud. En réalité, la zone intermédiaire marque le passage progressif de la forêt économiquement exploitable à d'autres espèces plus résistantes, en passant par des zones d'arbres plus clairsemés et fragiles (au-delà de la limite nord des espèces ligneuses vivaces d'au moins 2 m et présentant une tige unique).

SURVIVRE À L'HIVER

Certaines espèces parviennent à survivre à l'hiver, malgré les grands froids, le sol gelé et le problème que pose l'évapotranspiration accélérée par le faible degré hygrométrique et les vents violents. Dans un climat aussi rigoureux, les arbres, arbustes nains et plantes de basses altitudes se rabougrissent ; mais leur évolution montre qu'ils utilisent la couverture neigeuse pour se protéger du froid et de la sécheresse. De même, certaines plantes poussent sous forme de monticules hémisphériques ou de coussins aplatis, afin que leurs feuilles les protègent du vent. Ces formes géométriques, associées à leur tolérance à la sécheresse, leur garantissent une grande résistance au froid.

AU SEUIL DE L'ÉTÉ

Le bref été de la toundra s'accompagne d'un changement radical : flore et faune se réveillent brutalement pour profiter au mieux de l'ensoleillement maximal, et le sol se voit paré d'une multitude de fleurs. Le dégel entraîne la formation de mares peu profondes qui se réchauffent au soleil et favorisent le pullulement des insectes dont se nourrissent maintes espèces locales ainsi que les oiseaux migrateurs -canards, cygnes, oies et échassiers - qui arrivent du sud pour s'en rassasier.

DYNAMIQUE DES POPULATIONS

Cette nourriture soudaine et abondante, associée aux variations climatiques annuelles, entraîne une augmentation impressionnante de certaines populations animales, ce qui explique les nombreuses tentatives pour établir un lien entre les deux.

Le rapport le plus connu est celui existant entre le lynx et sa principale proie, le lièvre à raquettes. Les archives des sociétés pelletières, installées dans le nord du Canada entre 1821 et 1934, révèlent que la population des lynx varie tous les 11 ans en raison des fluctuations du nombre de lièvres. Certains naturalistes ont vainement tenté d'établir un lien entre ce cycle et celui des taches solaires, de durée identique, et cause possible de variations climatiques.

Parmi les grands animaux, les rennes, qui migrent de la toundra estivale vers les pâtures de la taïga hivernale, présentent la variation démographique la plus ample. Leur nombre, inexplicablement, change à peu près tous les 100 ans. Cette espèce ayant été à moitié domestiquée en Eurasie par les ethnies Saami, il est difficile d'établir dans quelle mesure le climat est cause du phénomène.

En Amérique du Nord, où son proche cousin, le caribou, s'est avéré impossible à domestiquer, des facteurs naturels plus nombreux peuvent entrer en compte.

Chez les petits animaux, le cycle, peut-être le mieux connu, est celui des populations de lemmings. Ces petits rongeurs, en effet, largement répandus, présentent un cycle démographique de 3-6 ans : sur de petites superficies, leur densité de population peut dépasser 200 par hectare pour se réduire ensuite à moins d'un. Différentes explications ont été formulées : variations des températures hivernales, couverture neigeuse, nourriture, nombre de prédateurs, taux hormonaux des lemmings, ou n'importe quelle combinaison de ces facteurs. Mais aucun cycle climatique arctique vérifié n'explique ce phénomène naturel.

D'après W. J. BURROUGHS, *L'encyclopédie du climat*, éd. Delachaut et Niestlé, Suisse, pages 72 et 73.

Doc 3

Les forêts boréales

Poumons de la planète, les forêts constituent un élément majeur de la biosphère terrestre

Les grandes forêts boréales s'étendent de la Scandinavie à l'Alaska et au Canada, en passant par l'Asie septentrionale. Elles jouent un rôle majeur dans la biosphère terrestre en raison de l'intensité de la photosynthèse qui s'y opère - mécanisme par lequel les plantes absorbent le gaz carbonique et rejettent l'oxygène.

LES ESSENCES DE LA TAÏGA

Les forêts boréales (dont le nom russe est taïga qui signifie forêts marécageuses) ne renferment pas une très grande variété d'essences ligneuses et se composent surtout de conifères à feuillage persistant. Leurs aiguilles, supportent plusieurs mois de gel et de couverture neigeuse. Elles limitent aussi la déperdition en eau (transpiration) en obturant leurs pores, mécanisme précieux en cas de coups de froid ou de sécheresse. En Eurasie occidentale, les espèces prédominantes sont l'épicéa et le pin d'Écosse, alors qu'en Sibérie septentrionale, 90 % de la forêt sont constitués de mélèzes. Certains arbres à feuillage caduque, survivent aussi à ces conditions climatiques sévères : le bouleau et le tremble forment des bois subalpins à haute altitude, tandis que l'aulne et le saule prospèrent dans les zones humides.

AUTRES ASPECTS DE LA TAÏGA

Souvent, la taïga parvenue à maturité engendre une voûte feuillue si dense que seule une flore de faible développement peut encore pousser et former un sous-étage de bruyères

naines ou de plantes recouvrant le sol. Mais lorsque l'homme débarrasse une zone de ses arbres, les plantes de la famille des éricacées, comme la myrtille, l'airelle rouge et la bruyère, ainsi que les arbustes nains apparentés, peuvent les remplacer. Bourbiers ou marais tendent ailleurs à couvrir de grandes zones mal drainées.

Sur la bordure nord, la croissance végétale est plus lente, les arbres se rabougrissent et sont davantage espacés. L'humidité accrue du sol conduit à l'accumulation de tourbe au niveau de l'étage forestier, ce qui «séquestre» la végétation et les nutriments du substrat, réduisant la capacité de recyclage de la forêt et freinant ainsi sa croissance. La succession de gel et de dégel provoquée par le pergélisol fait gonfler le sol et, malgré le bon développement des systèmes racinaires latéraux, risque d'ébranler et d'abattre les arbres, donnant naissance à ce que l'on appelle la «forêt ivre».

HISTORIQUE DE LA TAÏGA

Quoique très étendues, les forêts boréales, qui donnent cette impression d'éternité, sont relativement jeunes comparées à de nombreuses zones de la biosphère. Elles ont progressé vers le sud durant la dernière période glaciaire, puis sont remontées vers le nord pour s'y réinstaller quand le climat est redevenu plus clément. L'analyse des données portant sur les pollens d'Amérique du Nord montre que, à cette période, l'épicéa fut le premier arbre à coloniser la région. Son extension la plus septentrionale débuta il y a environ 5 000-8 000 ans. Puis, jusqu'au début du 20^{ème} siècle, le refroidissement progressif du climat fit reculer de 100 à 200 km les limites nord de la forêt, dans certaines régions du Canada et de la Sibérie.

L'IMPACT DU RÉCHAUFFEMENT GÉNÉRAL

La toundra et la taïga s'étendent vers le nord. Bien que des profils climatiques régionaux fluctuants puissent être à l'origine de légères modifications locales, les observations par satellite menées de 1981 à 1991 montrent que, en moyenne, dans la biosphère comprise entre 45 et 70° N, la photosynthèse est plus intense que d'ordinaire, indice d'une végétation croissante. Ce phénomène est probablement lié à l'élévation des températures printanières qui allongent la période de croissance sous hautes latitudes.

Les plantes absorbent davantage de gaz carbonique en été qu'en hiver et, bien que ces taux soient généralement en augmentation, on observe un basculement des chiffres hivernaux élevés, dans l'atmosphère arctique, vers des valeurs estivales plus basses, incitant à penser à un accroissement du nombre d'arbres.

Toutefois, ces observations ne couvrent qu'une brève période. En outre, elles coïncident avec une époque où la couverture neigeuse de l'hémisphère nord diminuait brutalement, ce qui n'a plus été le cas dans les années 1990. D'autres observations s'imposent donc pour pouvoir tirer des conclusions quant à la vitesse d'extension future des forêts vers le nord.

L'extension possible de la taïga renvoie à un autre aspect intéressant du réchauffement global actuel : les taux décroissants de gaz carbonique dus à des facteurs naturels. Les mesures effectuées au début des années 1990, révèlent que la quantité de ce gaz absorbée sous hautes latitudes est plus élevée qu'on ne le pense, au point que toutes les émissions dues à la combustion de carburants fossiles sont résorbées pour une raison inconnue. Une photosynthèse plus intense, liée à la présence d'algues microscopiques dans l'Atlantique Nord ou à de vastes étendues forestières septentrionales, est l'explication la plus évidente.

INCENDIES DE FORÊT

Les forêts de la taïga, où prédominent les conifères au bois résineux, dont les aiguilles et les cônes jonchent le sol, et où les autres espèces sont, à l'inverse, en nombre restreint, sont particulièrement vulnérables aux incendies déclenchés par la foudre. Ceux-ci, bien qu'ils fassent naturellement partie de l'écologie de la taïga surviennent à peu près tous les 50-200 ans, et détruisent souvent de grandes zones : dans l'Alaska occidentale, plus de 400 000

hectares ont été brûlés en une fois. Leur fréquence dépend des conditions climatiques et du caractère de la forêt. Ils sont plus rares lorsque les précipitations sont importantes, et plus nombreux avec la sécheresse. De même, ils se raréfient à l'approche de la limite septentrionale de la taïga.

Ces incendies sont vitaux pour l'écologie forestière car, sans ce recyclage périodique des nutriments, trop de matières seraient « séquestrées » dans la substance morte, et le risque serait grand de voir mousses et tourbières remplacer les arbres. Ainsi, malgré leur impact apparemment destructeur, ces feux garantissent la survie des forêts.

D'après W. J. BURROUGHS, *L'encyclopédie du climat*, éd. Delachaut et Niestlé, Suisse, pages 74 et 75.

Doc 4

Le pergélisol

Le sol de la toundra et, dans une moindre mesure, celui de la taïga, sont en majeure partie gelés très profondément.

Dans la toundra et la taïga, le sol gelé rend l'agriculture impossible et la construction ardue. Il a cependant l'avantage de pouvoir servir, toute l'année, de congélateur aux Inuits

OÙ TROUVE-T-ON LE PERGÉLISOL ?

Dans l'hémisphère nord, la ceinture constituée par le pergélisol débute en Europe orientale jusqu'au Groenland, en passant par la Sibérie, l'Alaska et le Canada. La zone où il est continu s'étend vers le nord à partir de l'isotherme $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, température annuelle moyenne de la couche d'air superficielle. Sa limite sud coïncide avec une température annuelle moyenne de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ et un seuil d'enneigement de 40 cm. Dans les zones septentrionales, et également dans l'océan Arctique, il descend d'ordinaire jusqu'à une profondeur de 1 500 m.

En profondeur, le seuil de formation du pergélisol varie d'environ 20 cm au nord, à 1,50 m au sud (où il devient discontinu). Il forme une barrière imperméable empêchant le drainage en profondeur, accélère le ruissellement souterrain des précipitations et entraîne l'hydrosaturation des sols superficiels. Seule sa couche active supérieure dégèle durant la brève période estivale. D'une année à l'autre, la profondeur de cette couche et sa durée de dégel varient. D'autre part, pendant le cycle saisonnier de gel-dégel, elle se gonfle et se recontracte (puisqu'elle dégèle avant de geler). Ce processus entraîne de fortes contraintes mécaniques dans le sol, qui se déplace alors en tous sens, d'où l'apparition en surface, dans la toundra, de pingos (monticules glacés en forme de cônes aplatis, pouvant atteindre 30 m de haut) et de motifs polygonaux.

L'ACTIVITÉ HUMAINE, UN DANGER

Le fragile équilibre des milieux de la toundra et de la taïga, et la grande sensibilité du pergélisol aux influences extérieures, donnent aux activités humaines un fort pouvoir sur ces zones. Lorsqu'on supprime la végétation, le pergélisol fond plus rapidement, provoquant des inondations. D'autre part, qu'il s'agisse d'extraire, en Alaska et en Sibérie, le pétrole et le gaz d'immenses réserves, d'exploiter économiquement les forêts pour le bois d'œuvre ou les régions minières, la vigilance est indispensable afin de limiter les dégâts, notamment dans la toundra, où la végétation se reconstitue particulièrement lentement. De plus, même avant les pressions actuelles pour sauvegarder l'environnement, le développement des troupeaux de rennes avait entraîné un surpâturage favorisant le remplacement de la végétation naturelle (carex, lichens et graminées) par les seules graminées. Ainsi, dès le début du 20^{ème} siècle,

en Europe du nord et en Russie, les pâtures de lichens ne représentent plus qu'1 % de leur superficie originelle.

RELEVER LE DÉFI

Tout développement économique et industriel des régions de pergélisol doit tenir compte, non seulement de la fonte à éviter, mais aussi du mouvement du sous-sol qui soumet les constructions à des contraintes mécaniques. Ainsi, on fit en sorte que l'oléoduc trans-Alaska réchauffe aussi peu que possible le sol. La méthode russe, moins efficace, engendra une pollution importante en Sibérie de par la rupture des oléoducs.

L'impact climatique le plus marqué de l'activité industrielle dans ces régions est peut-être l'apparition de la « brume arctique », se formant à la fin de l'hiver et au début du printemps au-dessus de l'océan Arctique, prisonnière de la couche d'air superficielle très froide. Les climatologues ont constaté que cette couche polluante modifie les capacités de rayonnement de l'atmosphère, mais on ne sait pas encore exactement dans quelle mesure elle peut influencer le climat.

L'HYDRATE DE MÉTHANE

La fonte éventuelle du pergélisol provoquée par le réchauffement général aurait de graves répercussions car il renferme de grandes quantités de méthane, gaz à effet de serre majeur présent dans les cristaux de glace sous forme d'hydrate. Des composés analogues peuvent se former à partir de nombreux gaz et se propager dans la nature dans des conditions de température et de pression favorables. Mais, aux températures de l'Arctique, pour rester stable, l'hydrate de méthane doit se maintenir à de hautes pressions, comme celles rencontrées à environ 200 m de profondeur ou plus. Dans les régions de pergélisol, il est stable entre 250-1 000 m.

On estime à environ 2 milliards de tonnes le carbone que renferment les hydrates de méthane présents dans le sol, c'est-à-dire 3 fois la quantité actuellement présente dans l'atmosphère, et environ 1/4 des réserves mondiales de carburants fossiles. Les élévations de température actuellement prévues ne sont pas suffisantes pour libérer ce carbone mais il faut cependant en tenir compte dans les prévisions à long terme, au cas où l'Arctique viendrait à se réchauffer plus vite que prévu.

D'après W. J. BURROUGHS, *L'encyclopédie du climat*, éd. Delachaut et Niestlé, Suisse, pages 78 et 79.

Doc 5

Pergélisol et thermokarst

À Iakoutsk sur la Léna, en Sibérie, la ville est parsemée de maisons traditionnelles, à moitié enfouies dans le sol, et de bâtiments modernes abandonnés en raison de fissures dans les murs. Il ne s'agit pas des conséquences d'un séisme mais de celles du réchauffement des sols, dû à la présence de l'homme. En effet, le sol est solide comme du roc tant qu'il reste gelé, mais, dès que fond l'eau qu'il contient, il se déplace comme de la boue.

Les hautes latitudes et le rude climat de la Russie font que la moitié du pays est recouvert d'une couche de terrain gelé en permanence - le pergélisol dont l'épaisseur varie entre 3 et 1400 m. L'épaisseur du pergélisol est fonction du rapport entre le froid extrême du climat de surface et la chaleur provenant du centre de la Terre. L'eau qui s'infiltré dans les anfractuosités du sol ou des roches gèle, rendant le terrain aussi imperméable que s'il s'agissait de granite.

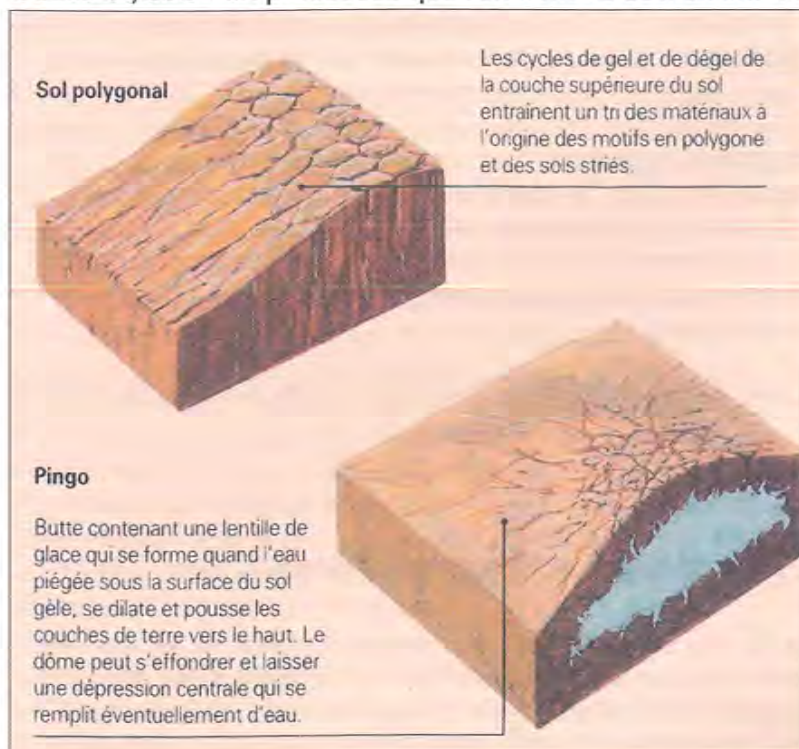
Pendant le bref été, les températures plus clémentes entraînent une fonte qui, partant de la surface, gagne les profondeurs. La couche sensible à ce processus est appelée mollisol, celle qui reste gelée en permanence étant le vrai pergélisol. L'épaisseur du mollisol dépend à la fois du niveau des températures estivales, de la longueur de la saison et de facteurs locaux. Le mollisol est plus épais dans les régions de sables et de graviers que dans l'argile. La végétation de surface est un facteur d'isolation qui peut diminuer la profondeur à laquelle agira la chaleur estivale. Sous les lacs et les rivières, il peut n'y avoir, aucun pergélisol.

A la fin de l'été, le gel progresse en partant de la surface, de sorte qu'une couche non gelée où l'eau est soumise une forte pression se retrouve prise entre deux couches gelées. Dans ces conditions tout changement de température, comme le réchauffement du sol provoqué par une habitation mal isolée, par exemple, peut faire fondre la couche gelée.

Un pingo peut atteindre 90 m de haut et 360 m de large. A la fin de l'été, l'eau de fonte contenue dans le sol commence à geler en partant de la surface. Le sous-sol étant toujours gelé, une poche d'eau se trouve prise entre deux couches de glace. Lorsqu'elle gèle, elle se dilate et le sol forme un dôme que l'on appelle pingo.

Un paysage caractéristique

La glace fondue dans le mollisol ne peut s'infiltrer plus bas dans le pergélisol; ainsi l'eau s'accumule au cours de la période estivale. Ce mollisol devient si humide et instable, qu'il suffit d'une faible inclinaison ou d'une pression quelconque, comme celle que peut exercer un immeuble, par exemple, pour que l'ensemble de la couche bouge ou commence à s'écouler, selon un processus que l'on nomme solifluxion. Il en résulte des changements



topographiques (replats, gradins, talus) ainsi que l'effondrement de bâtiments.

Les sols polygonaux sont une autre formation caractéristique des zones à gel et dégel répétés. On utilise ce terme pour décrire les motifs géométriques naturels que dessinent les cailloux, la végétation ou les formes de relief, motifs qui sont d'une grande régularité. Dans les zones de pergélisol, on rencontre souvent des alignements de cailloux. Sur terrain plat, ceux-ci dessinent des polygones imbriqués qui s'allongent quand le terrain s'incline et s'organisent en longues bandes sur les pentes à forte déclivité (sols

striés). Les buttes couvertes de végétation présentent les mêmes schémas.

Il existe de nombreuses théories sur l'origine de ces formations, mais les courants de convection dans l'eau de fonte à l'intérieur du sol jouent sans doute un rôle. L'eau atteint sa densité maximum à 4 °C. Pendant le printemps et l'été, l'eau de fonte de la surface atteint cette température avant l'eau qui se trouve plus au fond. L'eau réchauffée, donc plus lourde,



Thermokarst près d'Inuvik, nord-ouest du Canada. D'après le Department of Geography, University of Toronto

s'enfonce alors que remonte l'eau plus froide du fond, créant un courant de convection. Des matériaux sont également entraînés dans ce mouvement;

la taille et la forme des motifs qui en résultent, dépendent de la taille et de la forme du courant de convection, qui prend lui-même une forme allongée sur un terrain incliné.

Le thermokarst, paysage créé par des changements de température et que l'on rencontre typiquement dans les zones de pergélisol, tire son nom de la ressemblance avec les paysages karstiques des régions calcaires. Le thermokarst est caractérisé par des aspects liés à la notion d'effondrement. La couche du pergélisol est saturée d'eau. Si une partie de la couche fond, l'eau en excédent est perdue par infiltration, écoulement ou évaporation, ce qui a pour effet de diminuer le volume total du terrain et provoque des zones d'effondrement.

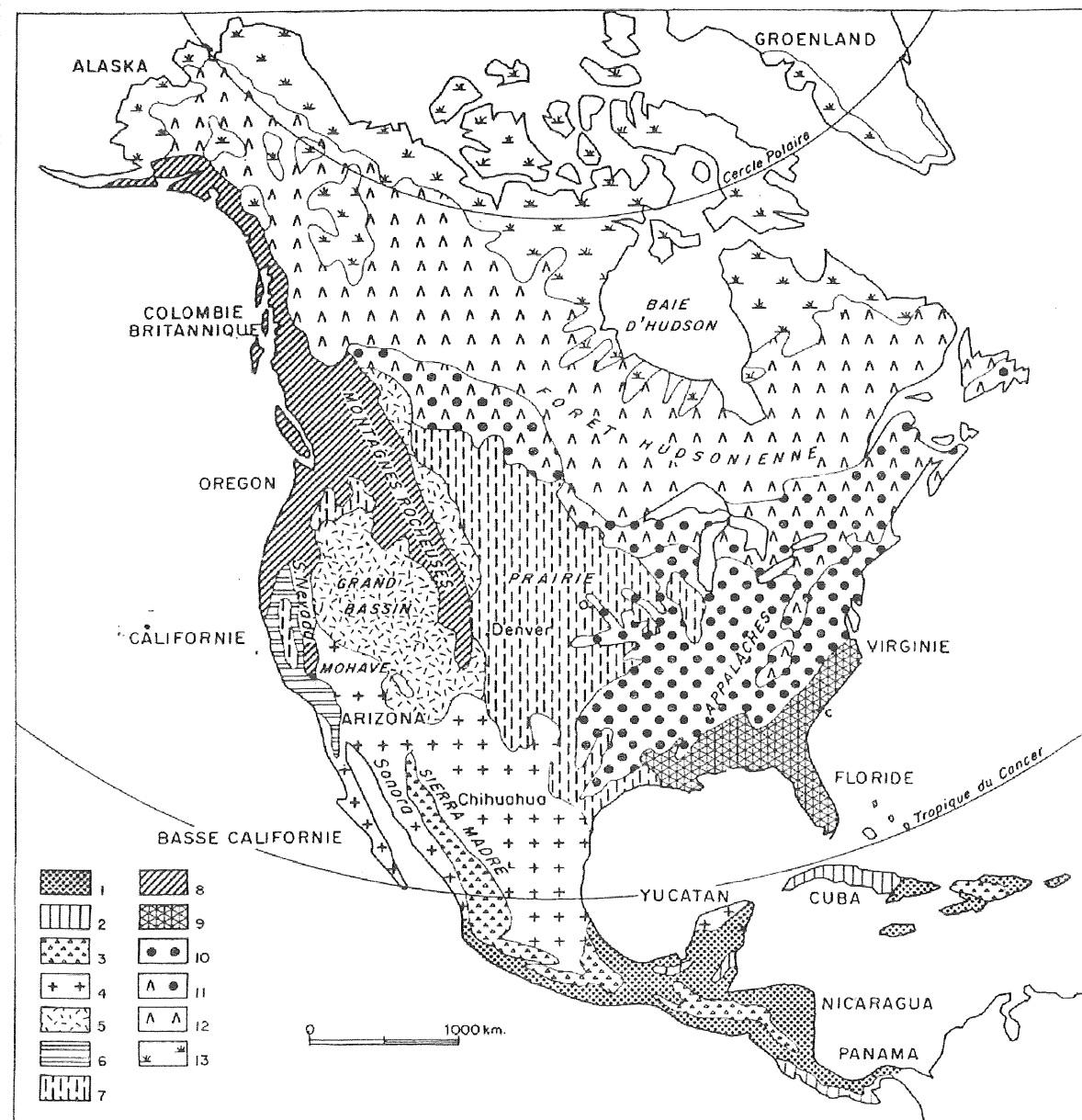
Parmi les aspects spectaculaires des zones de pergélisol, on remarque les pingos. L'eau accumulée sous la surface gèle, augmente en volume et pousse le sol vers le haut, formant un dôme.

Les zones de pergélisol comptent parmi les environnements les plus sensibles, aisément endommagés par des projets industriels (construction de bâtiments, de pipelines), ou simplement par l'abattage des arbres de la forêt qui jouent un rôle d'isolation. Les projets de développement eux-mêmes peuvent en subir les conséquences, en raison des inondations, des effondrements et des changements qu'ils imposent à la couche de pergélisol.

Extrait de K.J. GREGORY (sous la direction de), *Le Globe terrestre*, éditions Time-Life, Amsterdam, 1991, pages 166 et 167.

Doc 6

Carte de la végétation naturelle en Amérique du Nord



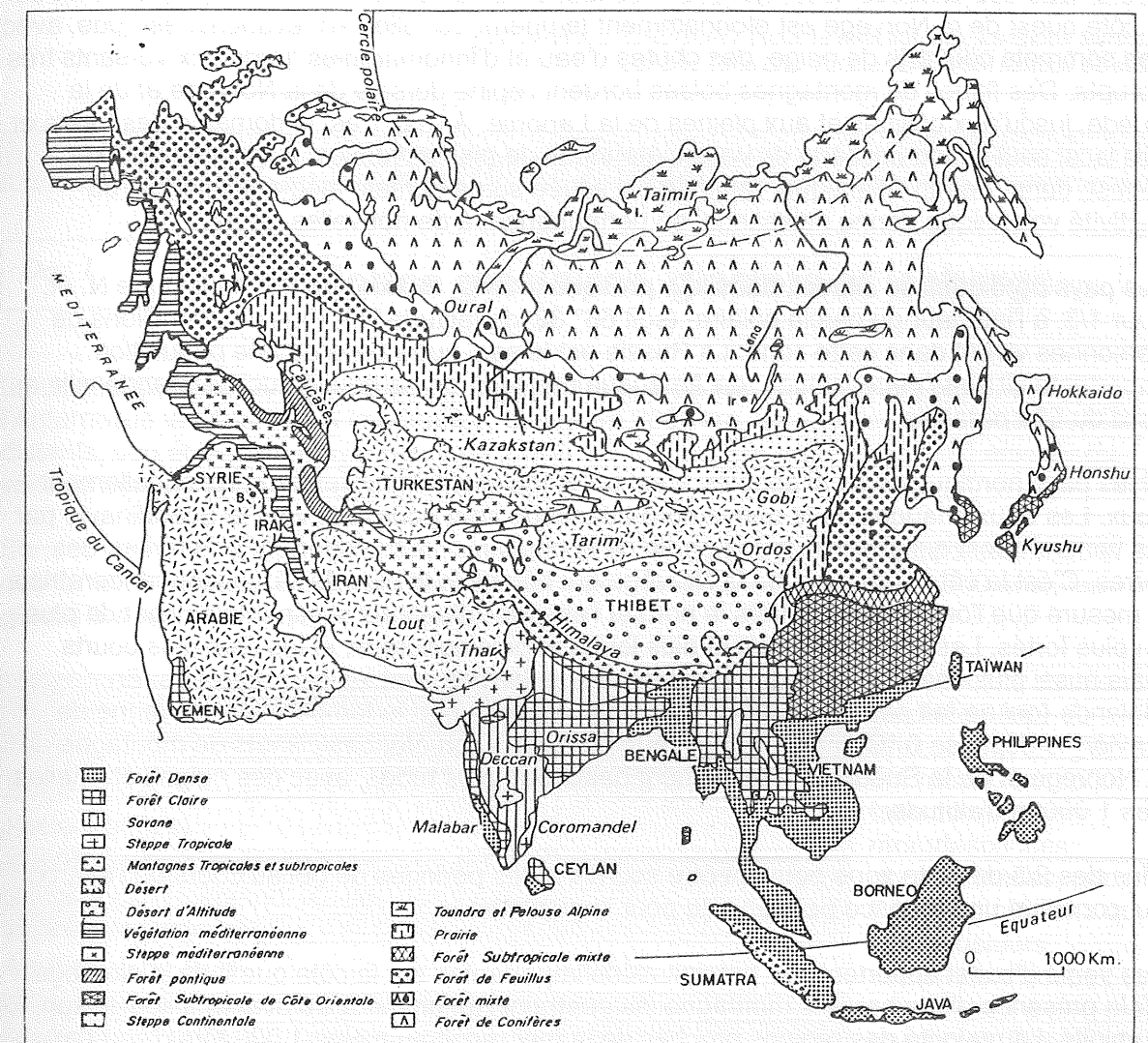
Carte de la végétation naturelle de l'Amérique du nord.

- | | |
|--|--|
| 1. Forêt dense tropicale. | 8. Forêts tempérées de l'ouest. |
| 2. Savane. | 9. Forêts subtropicales du Sud-est Atlantique. |
| 3. Végétation de haute montagne tropicale et subtropicale (arbres d'origine nordique). | 10. Forêts tempérées de feuillus de l'est. |
| 4. Végétation des régions semi-arides chaudes. | 11. Forêt mixte. |
| 5. Végétation des régions semi-arides continentales. | 12. Forêt boréale de conifères. |
| 6. Végétation de type « méditerranéen ». | 13. Toundra: |
| 7. Prairie. | |
- Stations climatiques : O : Omaha ; C : Charleston.

HUETZ DE LEMPS A., *La végétation de la Terre*, Initiation aux études de Géographie, Masson, Paris, 1970, page 73.

Doc 7

Carte de la végétation naturelle en Eurasie



Carte de la végétation naturelle de l'Eurasie

Stations climatiques : Ir : Irkoutsk. - I : Ienissei Port. - B : Bagdad. - T : Tourgaï.

HUETZ DE LEMPS A., *La végétation de la Terre*, Initiation aux études de Géographie, Masson, Paris, 1970, page 68.

Doc 8

Paysages sculptés par les glaces

Les pays nordiques sont la seule région au monde où des populations aussi nombreuses vivent sous des latitudes aussi élevées. Réchauffé par la dérive nord-atlantique, le climat de la côte ouest de la Norvège est étonnamment tempéré. Le relief, en revanche, est rude, avec des sommets couverts de neige, des chutes d'eau et d'innombrables fjords aux versants très abrupts. Des flancs de montagnes boisés bordent l'épine dorsale de la Norvège et de la Suède, jusqu'aux collines et aux plaines de la Laponie. À l'est, c'est le domaine des forêts et des lacs; seul le sud possède de vastes étendues de plaines fertiles. À quelque 900 km à l'ouest, dans l'océan Atlantique, l'Islande est située sur la dorsale médio-atlantique, où l'activité volcanique donne naissance, en permanence, à de nouvelles terres.

Les pays nordiques se situent, dans leur presque totalité, au nord de 55° de latitude N. et, pour 1/3, à l'intérieur du cercle polaire- (soit 66° 32' de latitude N.). Plus de 20 millions de personnes vivent dans cette zone. La Russie est le seul autre pays où une population importante vit sous cette latitude; en Amérique du Nord, on ne trouve aucune grande ville au nord du 55e parallèle.

Si les pays nordiques sont si peuplés, c'est qu'ils jouissent d'un climat exceptionnellement doux. Les eaux chaudes de la dérive nord-atlantique sont poussées vers la Scandinavie par les vents d'ouest qui absorbent une partie de la chaleur et la transportent à l'intérieur des terres. C'est la côte sud-ouest de la Norvège qui bénéficie le plus de leur action modératrice. À mesure que l'on se déplace vers le nord et l'est, les influences continentales sont de plus en plus fortes. Les hivers deviennent plus longs et plus rigoureux, et les étés plus courts mais aussi plus chauds. C'est dans l'est que les extrêmes sont les plus marqués. En Finlande (qui ne fait pas partie de la Scandinavie), nulle part la température moyenne de janvier ne dépasse 0 °C, mais elle peut atteindre 30 °C en été. Les climats de montagne de la Norvège et de la Suède sont également beaucoup plus rudes, avec des neiges éternelles dès 1 000 m d'altitude.

Plus des 2/3 de cette zone peuvent être soumis à des périodes de gel au cours de l'été, ce qui constitue une menace permanente pour l'agriculture.

Les vents d'ouest apportent des précipitations importantes sur la côte ouest de la Norvège, où la présence d'une barrière montagneuse contraint l'air chaud à s'élever et à libérer son humidité. La majorité des régions proches de la mer reçoit au moins 1 000 mm d'eau par an. En Laponie et au fond du golfe de Botnie, la moyenne des précipitations annuelles n'atteint pas 500 mm. Une grande partie de ces précipitations tombe sous forme de neige. Sur le continent, le Danemark est le seul pays qui connaisse moins de 40 jours d'enneigement par an.

Des contrées où l'hiver façonne le relief

La Scandinavie et la Finlande ont été recouvertes par les glaciers pendant toute la dernière période glaciaire, qui n'a pris fin que voici environ 10 000 ans. Le niveau du sol remonte peu à peu depuis qu'il a été libéré du poids énorme des glaces. Les roches ont été raclées et entaillées par les glaces; les sols, qui ont eu peu de temps pour se constituer, sont donc très minces, et on trouve au sud des moraines qui se sont formées à partir des débris déposés par les glaciers.

La côte occidentale de la Norvège est très découpée, avec de hautes terres dénudées, des montagnes encapuchonnées de neiges éternelles, de profonds fjords taillés par les glaciers et, au large des côtes, plus de 150 000 îles rocheuses.

Dans le nord de cette région, les collines ondulées et les plaines de Laponie sont le domaine quasi exclusif de la toundra. Des tourbières se forment sur les terrains plats dont la surface dégèle pendant l'été sans que l'eau puisse s'infiltrer dans le sous-sol, parce que celui-ci reste perpétuellement gelé. Plus au sud, les forêts de pins, d'épicéas et de bouleaux occupent des zones importantes, parsemées de nombreux lacs. Les basses terres du Danemark et du sud de la Suède possèdent des sols plus profonds et un climat plus doux.

Extrait de K.J. GREGORY (sous la direction de), *Le Globe terrestre*, éditions Time-Life, Amsterdam, 1991, pages 90 et 91.

Thème : l'hydrologie

Doc 1

Calottes glaciaires, glaciers et icebergs

La calotte glaciaire du Groenland est la plus étendue de tout l'hémisphère Nord, et seul l'Antarctique la dépasse en importance. Mesurant 2600 km sur 1200 en ses points les plus distants, son épaisseur moyenne va de 2 000 à 3 000 m. Elle représente 1/10 environ du volume total de la glace du globe terrestre.

Sous la forme de calottes glaciaires et de glaciers, les glaces couvrent actuellement 10 % des terres émergées. Durant la dernière glaciation (environ -110 000 à -10 000 ans), les glaces ont recouvert jusqu'à 30 % des terres.

Calottes glaciaires et glaciers	
Masse continentale	Couverture glaciaire (en km ²)
Antarctique (y compris calottes glaciaires, glaciers et îles)	12.588.000
Amérique du Nord (calotte et langues glaciaire du Groenland, les îles du Canada arctique et l'Alaska)	2.032.649
Amérique du Sud	26.500
Europe (y compris le Svalbard, l'Islande, la Scandinavie, les Alpes et le Caucase)	79.465
Asie (y compris les îles arctiques, l'Himalaya, les chaînes du Kouen Louen et du Karakoram)	170.679
Afrique	12
Océanie et Nouvelle-Zélande	1.015
Total mondial	14.898.320

Depuis cette dernière glaciation (dite du Wisconsin), les glaces ont reculé, exception faite de quelques recrudescences occasionnelles, (ainsi le Petit Âge glaciaire qui dura plusieurs centaines d'années et a pris fin voici à peu près un siècle). Des moraines déposées par les glaciers au cours de leur retrait sont encore visibles, par exemple dans le glacier National Park, des monts Selkirk, dans les

Rocheuses.

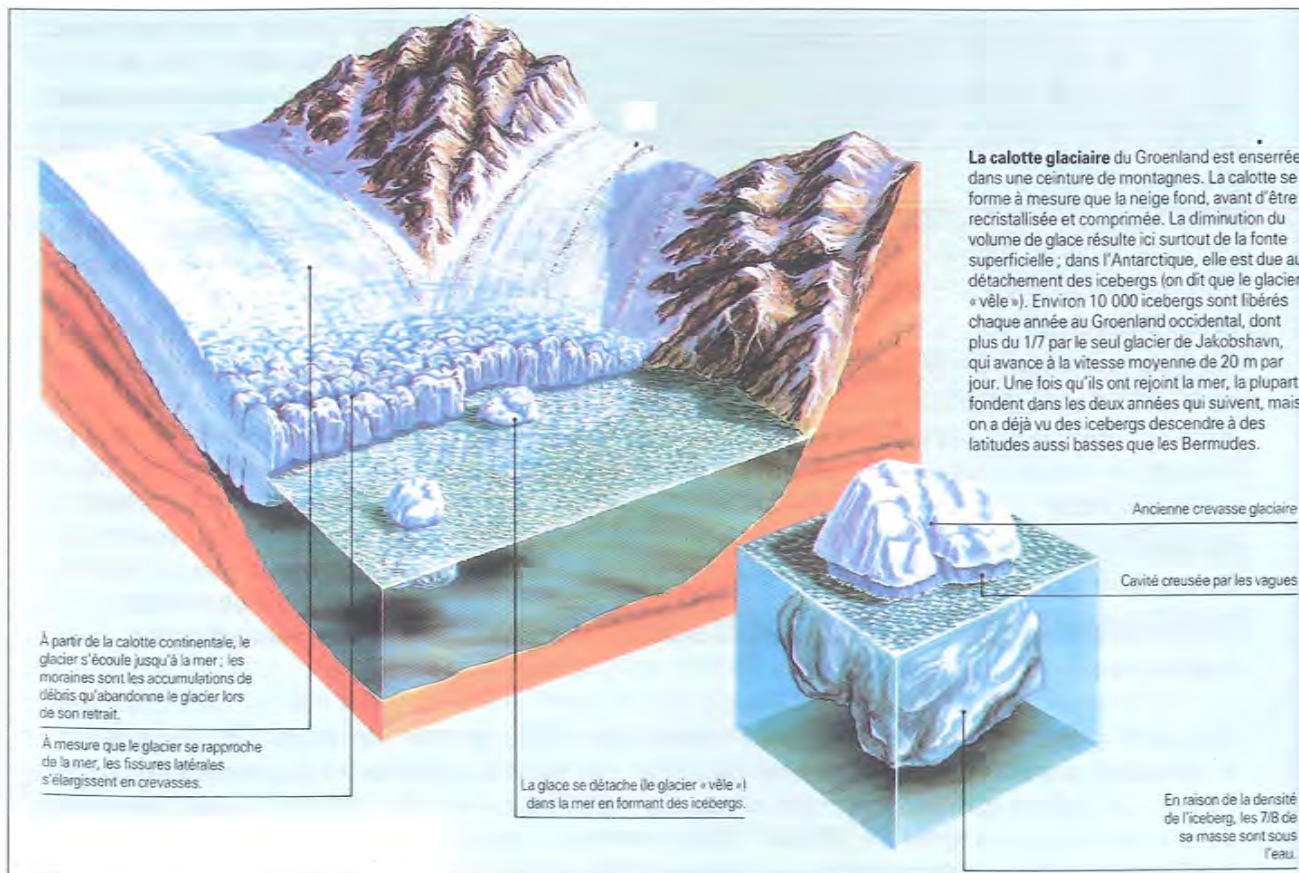
La calotte glaciaire est aujourd'hui très stable. Son dôme central gagne de 3 à 10 cm d'épaisseur par an, du fait des chutes de neige, cependant que ses bords perdent entre 20 et 50 cm. On estime qu'il s'y accumule chaque année l'équivalent de 500 km³ d'eau. Ce volume est compensé par la fonte de 295 km³ d'eau environ, à quoi s'ajoute l'équivalent de 205 km³ supplémentaires correspondant aux icebergs qui se détachent de la calotte glaciaire dans la mer.

Icebergs et banquise

La pression continue qu'exerce sur le continent le poids considérable de la glace et de la neige pousse la calotte glaciaire à s'écouler vers l'extérieur, donc vers la mer. Dans l'hémisphère Nord, les calottes glaciaires et les glaciers rejoignent généralement la mer dans des criques profondes et dans des fjords. C'est là que se forment leurs nombreux icebergs aux hautes parois déchiquetées. Les icebergs de l'Antarctique sont au contraire le plus souvent larges et plats, car ils proviennent généralement de plates-formes de glace flottante plutôt que de glaciers.

La banquise se forme lorsque la mer gèle. La majeure partie de l'océan Arctique, avec en son centre le pôle Nord, est gelée en permanence. Pendant l'été, une partie des glaces fond, libérant de grands blocs de glace - le « pack » - qui dérivent dans les mers septentrionales. Environ la quart des océans du globe est affecté en permanence par cette glace de dérive, leur surface restant plus ou moins constante du fait de l'alternance des hivers arctique et antarctique.

L'avenir des glaciers et des calottes glaciaires est étroitement lié à celui du climat général de la planète. Nous vivons vraisemblablement une période intermédiaire entre deux glaciations. Toutefois, les études qui prévoient un réchauffement de la température par suite de l'effet de serre permettent de penser que le processus normal des glaciations pourrait être bouleversé de manière irréversible. Si les températures devaient s'élever dans leur ensemble, un volume de glace plus important fondrait, ce qui tendrait à faire monter le niveau des mers, menaçant les populations des terres basses côtières. Il est également à supposer que les chutes de neige augmenteraient elles aussi, car le climat deviendrait probablement plus humide. Le volume des glaces du globe croîtrait-il ou, au contraire, diminuerait-il? Là est la question.



Extrait de K.J. GREGORY (sous la direction de), *Le Globe terrestre*, éditions Time-Life, Amsterdam, 1991, pages 50 et 51.

Doc 2**Les grands fleuves**

Sur une terre aussi vaste, dans laquelle la mer pénètre peu, les fleuves sont le plus souvent immenses. Les bassins de drainage de chacun des fleuves sibériens, tels que l'Amour, la Lena, l'Ob et l'Ienisseï, sont assez grands pour contenir plus de quatre fois la France.

En plus de leur taille, ces fleuves ont de nombreux points communs. Leurs pentes sont très faibles car une grande partie de leurs cours est située dans des régions de faible altitude. La pente la plus forte est celle de la Volga. Elle vaut 1/1 000, soit environ six fois moins que celle de la Seine à Paris. Alors qu'il est encore à 2 000 km de la mer, l'Ienisseï n'est déjà plus qu'à 152 m d'altitude. Cette faible pente entraîne un flot plutôt lent; cependant, la quantité d'eau est si importante que les fleuves et leurs vallées sont très larges. C'est ainsi que l'Ienisseï mesure près de 50 km de large à son embouchure.

Le débit des fleuves est saisonnier et c'est, en général, en février qu'il est le plus bas, lorsque les bassins de capture sont pris par les glaces. Les débits les plus importants sont atteints au début de l'été, au moment de la fonte des neiges et des orages d'été. À cette époque, les fleuves qui se jettent dans l'Arctique débordent car leurs embouchures sont toujours bloquées par les glaces alors qu'elles ont déjà fondu dans les régions méridionales. Aux embouchures de ces fleuves, de gigantesques deltas se sont formés. La Volga se jette dans la mer Caspienne, en un éventail de rivières et de canaux de plus de 200 km de large.

Extrait de K.J. GREGORY (sous la direction de), *Le Globe terrestre*, éditions Time-Life, Amsterdam, 1991, page 163



Le Yeniseï à Krasnoyarsk. D'après Wikipédia.

Doc 3

Le lac Baïkal : Le lac le plus pur, le plus profond et le plus ancien du monde ?

Brève description

Situé au sud-est de la Sibérie, le lac Baïkal, d'une superficie de 3,15 millions d'hectares, est le plus ancien (25 millions d'années) et le plus profond (1 700 m) lac du monde. Il contient 20 % des eaux douces non gelées de la planète. Son ancienneté et son isolement ont produit une des faunes d'eau douce les plus riches et originales de la planète, qui présente une valeur exceptionnelle pour la science de l'évolution, ce qui lui vaut le surnom de « Galápagos de la Russie ».

In : <http://whc.unesco.org/fr/list/754>. Site du Patrimoine Mondial de l'Unesco (octobre 2006)

Présentation générale: Sibérie et Baïkal

Le nom de Sibérie proviendrait de la langue tatare et signifie littéralement « la terre dormante » ou « la terre qui dort ». Le territoire de la Sibérie couvre 12 488 400 km². Elle constitue près de 75% du territoire de toute la Russie. La Sibérie est plus grande que le Canada et s'étend de l'Oural à l'ouest à l'Océan Pacifique à l'est. Au sud elle confine le Kazakhstan, la Mongolie et la Chine ; au Nord, l'Océan Arctique.

Le permafrost est présent dans les deux-tiers de la Sibérie et atteint par endroit un mètre et demi d'épaisseur. La Sibérie représente 23% de la population de Russie (34,8 millions d'habitants) dont les trois quarts vivent dans les villes ; le reste de la population est constitué de nomades (dans les régions du Nord) ou d'éleveurs, fermiers et chasseurs vivant dans des endroits isolés de la région. Bien que la Sibérie compte une trentaine de nationalités dont les Bouriates, les Evenks, les Yakoutes, cette zone du globe reste sous-peuplée.

La Sibérie se divise en deux parties : Occidentale et Orientale. La Sibérie Orientale occupe un territoire de 4,2 millions km² et se compose des provinces d'Irkoutsk, de Krassnoïarsk, de Tchita, et de deux républiques autonomes : la Bouriatie et la Touva. Irkoutsk est la plus ancienne et importante ville de la Sibérie et est située sur les rives de l'Angara, à 70 km du lac Baïkal.

La région d'Irkoutsk s'étend sur la partie sud de la Sibérie Orientale. Sa superficie est de 767 900 km², ce qui représente 4,6% du territoire de la Russie. Au sud-ouest de la région se trouve le lac Baïkal - le plus beau lac du monde ! La distance entre Irkoutsk et Moscou par voie de chemin de fer est de 5192 km (3,5 jours en transsibérien avec 5 heures de décalage horaire).

Le lac Baïkal se situe entre 51°29' et 55°46' de latitude Nord et 103°41' et 109°57' de longitude Est. Sa longueur est de 636 km et sa largeur maximale d'environ 80 km. La côte s'étire sur plus de 2000 km. On y dénombre 27 îles dont la plus importante, Olkhon.

Comparé aux autres grands lacs du monde, le Baïkal est énorme. Son volume d'eau représente 20% des réserves mondiales d'eau douce de surface et 80% des réserves d'eau douce de la Russie. Pour comprendre l'importance de ces chiffres, faisons quelques comparaisons fantasmagiques. Le volume d'eau du Baïkal (23.000 km³) est égal à celui des cinq Grands Lacs d'Amérique du Nord (Michigan, Ontario, Supérieur, Erie, Gouron) ou à celui de la mer Baltique. La seule rivière émergente du Baïkal, l'Angara, mettrait 400 ans pour le vider à condition qu'aucune goutte d'eau n'approvisionne le lac durant tout ce

temps... S'il fallait remplir la dépression baïkalienne en y dirigeant les cours de toutes les rivières et fleuves du globe, ce processus prendrait alors 300 jours. Et enfin si on gelait l'eau du Baïkal et en tallait la glace en morceaux de 1 km² (!) pour les aligner, alors cette ceinture de glace s'étendrait du Pôle Nord au Pôle Sud en le dépassant encore de 3000 km !

P. Aguéitchenko

In : http://www.lacbaikal.org/articles/geo_baikal.php (octobre 2006)

Images satellites

D'après le Centre d'Information Régional du Ministère des ressources naturelles de la Fédération de Russie.

In : <http://www.lacbaikal.org/ppage.html>



En hiver (février)

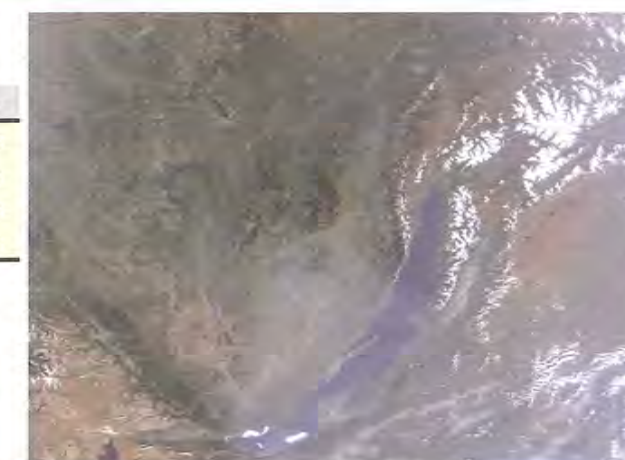


En automne (novembre)



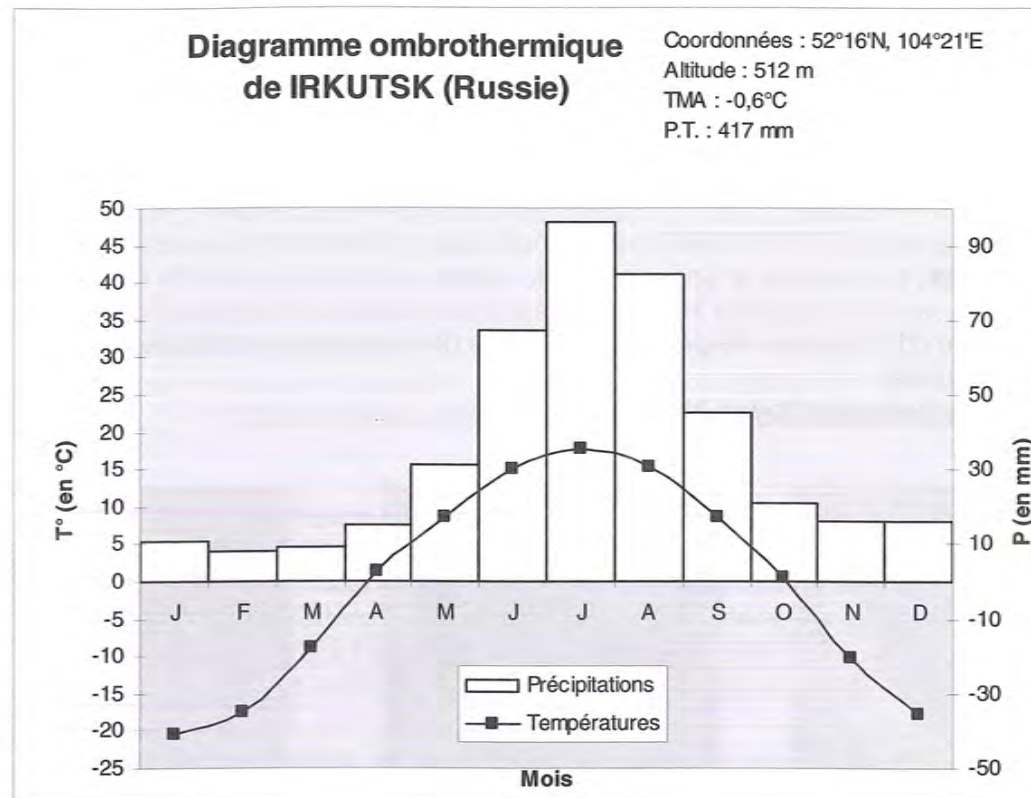
Au printemps (mai)

Saison	Début	Fin	Durée
printemps	1 avril	31 mai	2 mois
Été	1 juin	31 août	3 mois
Automne	1 septembre	31 octobre	2 mois
Hiver	1 novembre	31 mars	5 mois



En été (août)

Un diagramme ombrothermique



Un paysage type : la moraine de Rety



La banquise annuelle

Chaque année, Le Baïkal se couvre d'une calotte glaciaire. Le gel de l'eau commence avec les premiers froids. Au mois de décembre, les tempêtes forment sur les rives des « sokouï », sortes de stalactites et stalagmites, dont la hauteur atteint par endroits plus de 10 mètres. Quand le froid s'intensifie, une bouillie de glace, la « chouga », apparaît sur le lac à la formation de laquelle participent les chutes de neige et les remontées de glace depuis le fond. Cette bouillie se soude au fur et à mesure en plaques, en radeaux. Par endroits l'eau est prise par les froids telle qu'elle et donne alors une glace absolument lisse et transparente. Le gel définitif débute en novembre dans des baies de petites profondeurs ou l'eau se refroidit le plus vite. Lorsque la température descend à -20°C, pendant 3 à 4 jours, la banquise s'épaissit rapidement et de façon extrême, de 5 à 7 cm par jour. Dans le courant de la première moitié de janvier la banquise couvre tout le lac. Dans sa partie sud le Baïkal est couvert pendant 4 à 4 mois et demi, au nord pendant 6 à 6 mois et demi. L'épaisseur de la glace varie de 70 à 130 cm. Les blocs de glace atteignent une hauteur de 3 mètres, et certains culminent même à plus de 5 mètres.

La glace du Baïkal est plus solide que celle des océans car l'eau du lac n'est pas salée. Un mètre carré de glace épaisse de 50 cm peut supporter 15 tonnes, c'est pourquoi en hiver on peut s'y déplacer à l'aide de n'importe quel moyen de transport. Le seul danger provient des failles dans la banquise, failles dont la largeur varie de 0,5 à 2 mètres et qui s'étendent sur des dizaines de kilomètres. Plusieurs de ces failles ne gèlent pas de tout l'hiver, se contractant et s'élargissant régulièrement. Ces failles appelées « stanovaya schel » apparaissent chaque année aux mêmes endroits, elles forment des sutures thermiques de glace et servent d'articulations à la banquise. Il existe aussi de petites fissures, les « treschiny », de quelques centimètres de largeur, dont la formation résulte du changement de température entre le jour et la nuit. Leur formation est très fréquente au printemps. Absolument sans danger, elles peuvent effrayer les personnes non averties car leur formation s'accompagne d'un bruit comparable à celui d'une salve d'artillerie.

D'après : <http://www.lacbaikal.org/ppage.html> (octobre 2006)

Un autre site : <http://www.baikal-lake.org/>

Sur le rift et la tectonique des plaques :
<http://geoazur.unice.fr/EQUIPES/DRO/BAIKAL/pages/histoire.html>

Thème : l'homme et la nature

Doc 1

Affronter le froid extrême

L'être humain n'est pas fait pour les grands froids. Il parvient pourtant à vivre et travailler par des températures bien inférieures à 0°C.

Le climat inhospitalier des régions polaires fournit un des meilleurs exemples de la capacité de l'homme à survivre dans des conditions extrêmes, par exemple les grands froids.

INVENTION D'UN MICROCLIMAT

Les peuples natifs de l'Arctique ont développé un mode de vie qui leur permet de combattre le froid. Ils ont inventé un microclimat, chaud, qui associe vêtement et habitat. Depuis au moins 7000 ans, ils subsistent grâce aux ressources indigènes.

L'efficacité du vêtement est une composante majeure de ce mode de vie car, même si les peuples arctiques tolèrent mieux le froid que les autres, les graisses corporelles ne suffisent à les protéger de températures très inférieures à 0 °C. Aussi se fabriquent-ils des vêtements, des moufles ou des bottes à partir de peaux et fourrures animales qui gardent le corps au chaud, même par -60 °C.

L'habitat, fait de peaux de caribous ou de rennes est également essentiel à leur survie. Un petit feu aide à maintenir une température acceptable de 0° ou plus, même par le froid le plus mordant. L'igloo, autre type d'abri, entièrement réalisé à partir de neige compactée, représente une utilisation exemplaire des matériaux disponibles. Il prévient également la déperdition de chaleur en ménageant un espace vital optimal pour une surface minimale. À l'intérieur, la température peut monter au-dessus de 0 °C, excepté bien sûr, sur les parois gelées.

LE RÉGIME ALIMENTAIRE

La pertinence du régime alimentaire est l'objet d'un débat scientifique actuel, car les peuples arctiques absorbent une grande quantité de graisses animales (qui leur apportent l'énergie nécessaire pour lutter contre le froid) non considérées comme les éléments d'un régime équilibré, et très peu de légumes frais. Or, les Inuits ne présentent pas le même taux de pathologies cardiaques que les peuples des pays industrialisés, également grands consommateurs de graisses animales. L'explication réside probablement en ce que la forte consommation d'huile de poisson réduit le risque cardio-vasculaire tout en fournissant l'apport calorique nécessaire.

L'ADAPTATION AU FROID

L'être humain tolère mal le froid : sans vêtement protecteur, il produit un surplus calorifique et tremble, même à 20 °C, notamment si l'air est sec. Mais, il semblerait, qu'au fil des générations, il soit capable de s'adapter aux basses températures. Les peuples qui les supportent le mieux ne sont pas les autochtones des régions polaires, mais les aborigènes d'Australie et les *bushmen* du Kalahari, habitués aux nuits froides des zones désertiques, pendant lesquelles leurs extrémités se refroidissent et leurs températures interne et cutanée baissent énormément, (ce qui serait insupportable pour le reste de l'humanité).

Le meilleure protection contre le froid est une bonne répartition des graisses corporelles et, de ce point de vue, les femmes sont d'ordinaire privilégiées. Théoriquement, mieux vaut être petit et replet, car la production calorifique est proportionnelle à la masse corporelle. Mais le fait est que l'être humain ne s'adapte pas aussi facilement au froid qu'il le fait à la chaleur. Aussi, bien que la taille et le pourcentage de graisse soient à prendre en compte, la seule

solution pour supporter un climat froid, est-elle de se ménager un microclimat chaud ; les bains froids répétés n'y feront rien

ADAPTATION OU ACCLIMATATION ?

Si on laisse le pied ou la main dans de l'eau qui gèle, leur température peut varier de trois manières différentes, selon l'origine des sujets et la durée d'exposition au froid : baisser rapidement pour prendre la température de l'eau et s'y maintenir ; baisser jusqu'à atteindre quasiment celle du liquide en suivant un cycle de montées et de descentes ; rester la plus constante possible dans les températures les plus élevées possible. Tandis que les Africains noirs présentent la plus faible aptitude à garder leurs extrémités chaudes, les Inuits et les habitants des Andes péruviennes sont les plus résistants. Les Européens, pour leur part, affichent une réponse intermédiaire. Quant aux individus travaillant dans des conditions très dures, comme les pêcheurs hauturiers du Québec, il est prouvé qu'ils sont capables de s'acclimater en partie. L'exposition répétée développe la tolérance à ces froids, car les vaisseaux sanguins des pieds et des mains se dilatent plus efficacement. On pense qu'ils sont les seuls à réagir de cette manière.

COLONISATION DU GROENLAND

La disparition de la colonie norvégienne du Groenland est le seul exemple d'une société européenne bien établie qui s'est complètement éteinte, pour n'avoir pas su s'adapter aux grands froids. C'est ainsi qu'en 985, au cours d'une période particulièrement chaude, une expédition conduite par Eric-le-Rouge, partie d'Islande, permit à quelque 300 à 400 colons d'installer deux peuplements sur la côte occidentale du Groenland (Osterbygd et Vesterbygd). Vers le début du 12^{ème} siècle, ces communautés comptent déjà plus de 300 fermes et environ 5000 habitants. Elles élèvent des troupeaux de bovins, d'ovins et caprins, exploitent la faune et la flore abondantes de la région, et s'approvisionnent en denrées vitales provenant d'Islande et de Scandinavie.

Mais pendant ce siècle, le climat se refroidit brutalement. Après une légère amélioration durant le 13^{ème} siècle, il devient encore plus froid pendant le 14^{ème} siècle. En outre, les eaux de l'Atlantique Nord s'agitent davantage et la banquise s'étend autour du Groenland. En conséquence, les navires en provenance d'Islande se font de plus en plus rares, et le dernier accoste en 1410.

L'étude archéologique des peuplements a prouvé qu'un pergélisol était né tandis que le climat se refroidissait. Les tombes ouvertes des colons offrent le spectacle désolant de la dénutrition et de maladies graves (rachitisme et tuberculose). D'autres facteurs, comme l'éventuelle hostilité des (nuits, la peste ou des pirates en maraude, associés au développement de la pêche à la baleine aux 14^{ème} et 15^{ème} siècles, pourraient avoir hâté la fin de cette colonie groenlandaise. La détérioration du climat, mais également l'incapacité de cette peuplade à s'inspirer de l'expérience inuit pour s'adapter aux froids les plus rigoureux, ont probablement été les causes principales de l'extinction de la colonie.

D'après W. J. BURROUGHS, *L'encyclopédie du climat*, éd. Delachaut et Niestlé, Suisse, pages 58 et 59.

Doc 2

Adaptation de l'homme au froid : la construction d'un igloo chez les Inuit

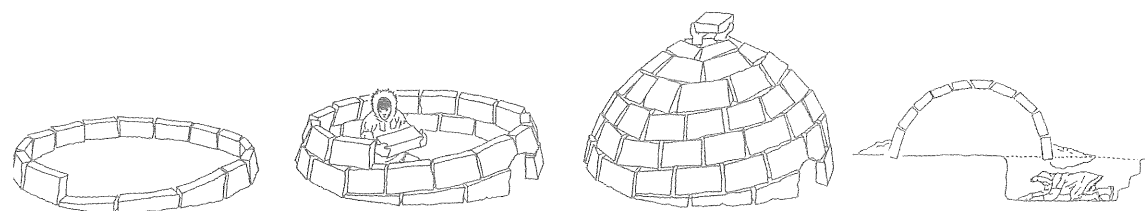
LA CONSTRUCTION d'un igloo est résumée par les trois dessins ci-dessus. Pour construire un igloo il faut d'abord trouver une couche de neige tassée par le vent et de densité homogène. On y découpe les blocs de neige qui formeront le matériau de construction. Chaque bloc doit avoir environ 1 m de long, 70 cm de large et 15 cm d'épaisseur. On les découpe à l'aide du couteau à neige, en os ou métallique, dont la lame a 50 cm de long. Les blocs sont découpés dans ce qui sera l'intérieur, qui se construit ainsi en même temps que la carcasse extérieure. Un premier cercle de blocs, déjà inclinés vers l'intérieur, est fermement posé sur la surface de neige. On y coupe un pan incliné (sur la longueur de 3 à 4 blocs) qui sera le début de la spirale suivant laquelle tous les autres blocs monteront jusqu'au dernier, qui, comme une clé de voûte, donnera la solidité à l'ensemble. Les blocs de chaque rangée doivent être plus inclinés vers l'intérieur que les blocs de la rangée précédente.

Un igloo est généralement construit de l'intérieur. C'est-à-dire que, lorsque le dernier bloc est placé, les constructeurs s'y trouvent prisonniers et doivent se tailler la porte. Parfois cependant on découpe une ouverture en cours de construction, qui sera finalement rebouchée.

Une fois terminé, l'igloo possède une plate-forme - la surface originelle de la neige - sur laquelle vivent les Eskimos, et une partie creusée dans la neige - d'où ont été découpés les blocs de construction - dans laquelle aboutit le couloir d'entrée. Celui-ci est creusé entièrement dans la neige ou bien partiellement surélevé par des blocs de neige. Ce corridor, droit ou coudé, est toujours construit du côté opposé aux vents dominants par rapport à l'igloo.

L'entrée de l'igloo est ainsi protégée du vent. De plus, tout en assurant la ventilation nécessaire (un trou doit être ménagé dans la voûte) le corridor amène l'air froid dans la partie basse de l'igloo, la plate-forme se trouvant dans la partie plus chaude. La température dans un igloo, sous l'effet des lampes et des habitants, peut atteindre + 15°C à mi-hauteur de la plate-forme et de la paroi supérieure.

Une mince couche d'eau se forme sur la paroi interne, sous l'effet de la chaleur. La paroi de neige se transforme donc insensiblement en glace, mauvais isolant. Il suffit alors de construire un nouvel igloo (il y faut moins d'une heure) à proximité et d'y déménager.



D'après LEY W., 1963, *Les Pôles*, Life le Monde vivant, Editions Time-Life, Amsterdam, pp. 130.

Doc 3

Vivre dans une station en Antarctique : la station australienne de Davis

Carte d'identité

Davis est une station australienne située au 68°36' S et 77°58' E. Elle est l'une des quatre stations construites par l'Australie en Antarctique (Mawson, Casey et Macquarie Island).

Elle est construite sur des dépôts de moraines et de sable de la côte nord de la Baie de Heidemann dans la Terre de la Princesse Elisabeth (Grande Péninsule). La station offre un paysage varié comprenant des lacs, des fjords (*ancienne vallée glaciaire envahie par la mer*) et des collines. La vie animale est également abondante avec notamment des éléphants de mer, des phoques de Weddel, des manchots adéliques et empereurs ainsi que des pétrels. En été (au cours duquel a été prise cette photo), quelques traces de glace permettent d'affirmer la présence d'un hiver rude.

A l'origine, la station comprenait six bâtiments reliés entre eux par des corridors et de quelques blocs séparés situés dans un rayon de 100 mètres.

Elle doit son nom au commandant John King Davis (né en Irlande en 1884) qui participa en tant que commandant du navire Aurora en 1911 à la première expédition australienne en Antarctique dirigée par Douglas Mawson. Il avait acquis son expérience au près de Sir Ernest Shackleton avec qui il participa à une expédition entre 1907 et 1909 comme chef officier du navire Nimrod.

Le climat

Les températures les plus élevées sont enregistrées en janvier (+1°C) et les plus basses en juillet (-18°C). Les températures extrêmes sont de -40°C (en avril) et de +13°C (en janvier). La vitesse annuelle moyenne du vent est de 65 km/h. Les vents les plus forts sont enregistrés en novembre, les plus faibles en avril. La banquise se forme en mars-avril. La débâcle (*rupture des glaces*) commence en octobre. Son minimum d'extension est en février. L'épaisseur maximale de la banquise (*couche de glace qui se forme lorsque la mer gèle*) en hiver est de 2 mètres.

Les bâtiments, l'électricité et l'eau

La nouvelle station utilise une structure d'acier, des fondations en béton et de métaux habillés de polystyrène (*matière thermoplastique qui se déforme sous l'action de la chaleur*) qui isolent les murs. Ceux-ci ont une épaisseur de 85 cm et les fenêtres sont en triple vitrage.

Les chambres sont individuelles. Chacune comprend un lit, une garde robe, un bureau, une étagère et une commode. La salle de bain et la blanchisserie sont communes.

L'apport en électricité est assuré par quatre moteurs diesel. Deux générateurs diesel également constituent l'unité de secours. Chaque année, 500.000 litres de carburant spécial sont consommés par les générateurs.

L'eau est utilisée pour les usages domestiques et industriels, pour la protection incendie et le chauffage central. L'utilisation de l'eau est rigoureusement contrôlée afin de prévenir tout gaspillage. Par exemple, les douches fonctionnent chaque jour durant quatre minutes seulement. L'eau est puisée dans un petit lac pendant la fonte des neiges. Elle est ensuite

épurée et stockée. Cette opération importante ne peut s'effectuer que durant un court laps de temps en été.

Les entrepôts

La station Davis est située dans un environnement froid et rude. Aussi, dans le but de stocker et de préserver la multitude des équipements et des consommables (diesel) qui permettent à la station de fonctionner, différents types d'entrepôts (store) sont nécessaires. En plus, les techniciens (électriciens, plombiers,...) ont également leurs stocks dans leur propre zone d'activité.

- La réserve de nourriture (**green store**). Elle abrite une grande variété d'articles. Ce grand hangar comprend également une chambre tempérée ayant une température de 20°C. C'est là où sont stockés les boissons, les sauces et les autres liquides.
- La **chambre froide** pour les surgelés, les poissons, les légumes, les crèmes glacées et les volailles.
- Une **chambre protégée** pour la bière, le vin, le spiritueux et les pâtisseries.

Une **réserve d'équipements expéditionnaires** est également présente. Elle contient tout l'équipement nécessaire à une expédition terrestre (tentes, sacs de couchage, sacs à dos, boussoles, cordes et matériel d'escalade)

Près de la cuisine, différents **containers** abritent des fruits et des légumes. Ceux-ci sont stockés à la température idéale pour une longue conservation.

La **réserve d'urgence** contient suffisamment de nourriture pour passer un an dans le cas d'un incendie par exemple.

Une petite quantité de **vêtements** est disponible dans une réserve afin de pourvoir au remplacement des habits usés ou ... oubliés.

Une **réserve de ménage** est également constituée pour des ustensiles de toilettes, savons et autres articles ménagers.

Les moyens de transport

La station possède une large variété de moyens de locomotion allant de la simple bicyclette au véhicule de neige à chenilles « Hägglunds ». Pour se rendre aux alentours immédiats de la station, un véhicule classique, genre jeep, est employé. Le véhicule le plus utilisé est la moto-neige « quad ». Pour les trajets longs, le Hägglund est utilisé. Un Hägglund est un véhicule tout terrain à chenilles inventé en Suède. Il est spécialement conçu pour traverser la banquise, les plateaux de glace et les sastrugis. Il est équipé d'un radar et d'un équipement spécial pour hâler au cas où il serait partiellement submergé. Il peut aussi flotter sur l'eau.

Les communications

La base étant isolée du monde, la communication est essentielle pour assurer le succès des programmes scientifiques et le bien-être de chacun à la station.

Il existe différents moyens pour communiquer avec l'extérieur. Tout d'abord via le satellite de l'ANARESAT utilisé pour les communications téléphoniques et les échanges de données entre les bases australiennes et le pays. Cinq lignes de téléphone sont accessibles de manière publique et permettent de communiquer avec le monde entier. On utilise aussi le fax et l'e-mail.

La radio est employée pour les communications entre la base et les expéditions terrestres menées par les membres de la station. De plus, une chaîne de radio australienne est diffusée dans la station.

Un courrier postal peut s'échanger durant l'été et est tributaire des arrivages de bateaux. En cas d'urgence, le fax vient bien à point. Près de l'embarcadère, un bureau de poste a même été construit !

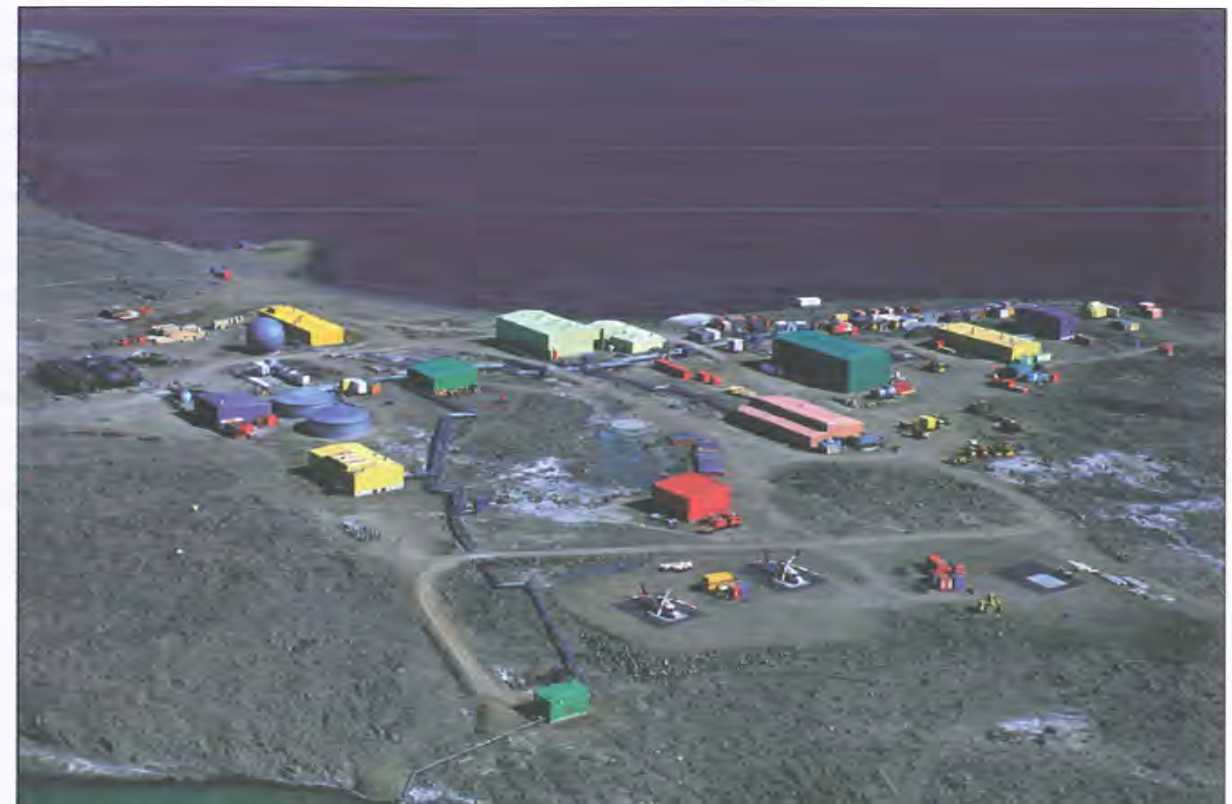
Davis a aussi établi une communication privilégiée avec la station chinoise Zhongshan.

Qui habite la station ?

Durant les mois d'hiver (de mars à octobre), en 1999, 24 personnes vivaient à Davis. En été, ils sont environ 70. Qui sont-ils ? Nous pouvons regrouper ces habitants en trois catégories : ceux qui assurent l'intendance et les techniciens, les scientifiques et le personnel administratif.

- o **l'intendance et les techniciens** : trois mécaniciens, deux électriciens, les plombiers, les menuisiers et les charpentiers, le chef cuisinier et les techniciens des communications.
- o **les scientifiques** : biologistes, un glaciologue, une équipe de physiciens, deux météorologues et un officier médical.
- o **le chef d'expédition**

Paysage



Plan de la station



Doc 4

Les enjeux économiques de l'Antarctique

Une fois n'est pas coutume : l'enjeu économique majeur de l'Antarctique est un enjeu qui ne s'exprime pas en terme de possession. Le rôle économique le plus important de ce continent consiste en effet à permettre aux scientifiques de comprendre l'évolution du climat. (...)

Pour qu'il puisse jouer son rôle dans l'économie mondiale, l'Antarctique doit donc, clairement, rester ce qu'il est : une terre dévolue à la recherche scientifique, à l'exclusion de toute autre forme d'exploitation.

Il n'en est cependant pas ainsi aujourd'hui, même si les efforts de préservation sont réels, sauf peut-être en ce qui concerne l'exploitation touristique. L'économie du continent antarctique peut en effet être ramenée à l'exploitation de trois types de gisements : touristique, animal et minéral.

Le danger du tourisme

Contrairement à ce que l'on croit souvent, l'Antarctique n'est pas une destination touristique récente. Le continent se visite en effet depuis plus de 40 ans et un récent rapport des Nations Unies estime à 60.000 le nombre de touristes qui ont foulé le sol antarctique durant cette période. Ce qui est exact en revanche, c'est la croissance du phénomène et le fait que, danger suprême, l'Antarctique soit devenu «à la mode». Aujourd'hui, une dizaine de tours opérateurs sont spécialisés dans le tourisme antarctique et proposent des croisières avec, le plus souvent, l'une ou l'autre incursion sur le continent. Une dizaine de navires sont d'ailleurs affrétés en permanence pendant la saison d'été pour satisfaire ce type de besoin. (...)

Par rapport aux résultats de l'industrie touristique mondiale, le tourisme antarctique est évidemment infime et sa suppression ne constituerait pas une catastrophe économique. Des agences proposent une telle «expédition» tout confort inclus, pour 3.700 dollars par exemple. Le chiffre d'affaires direct d'une saison touristique peut donc être estimé à environ 2 milliards de francs belges. Soit rien en regard des 138 milliards de francs dépensés par les seuls Belges en une seule année pour leurs vacances.

Les voyageurs audacieux (et fortunés) peuvent se rendre en Antarctique. Près de chez nous, plusieurs voyagistes français et britanniques organisent des croisières à partir du sud de l'Argentine et du Chili. Ce voyage leur coûtera de 250.000 à 300.000 BEF (ou même plus cher). Beaucoup de scientifiques déconseillent vivement de se rendre dans ces régions. Il faut savoir qu'une trace de pas reste incrustée de longues années dans le sol. Les mousses et lichens qui constituent la seule et très rare flore ont mis des dizaines d'années à se former. Ils peuvent être détruits en une fraction de seconde par une semelle maladroite. Comme les voyages sont organisés pendant l'été austral, ils coïncident avec la période de reproduction des oiseaux et des phoques. Le dérangement de ces animaux peut alors avoir une issue fatale pour ceux-ci.

Une pêche en déclin

Après le tourisme, la faune est l'autre ressource antarctique actuellement exploitée. La chasse au phoque, recherché pour sa fourrure et sa graisse, a débuté vers la fin du XVIIIe siècle. En cinquante ans, phoques à fourrure et éléphants de mer ont quasi disparu et il a fallu près d'un siècle pour que ces deux espèces se reconstituent. Aujourd'hui, certaines espèces sont encore chassées, mais les tonnages n'ont plus rien à voir avec la folie destructrice du XIXe siècle. (...)

La pêche de plusieurs espèces de poissons a suivi le même rythme déclinant. En 1970, plus de 400.000 tonnes de différentes espèces étaient encore pêchées dans les eaux

antarctiques. Mais en général, les rendements ont décliné après deux saisons, les stocks étant réduits sous le niveau de renouvellement. Ainsi, depuis la saison 92-93, le total des prises n'atteint pas ou dépasse à peine 10.000 tonnes ! La diminution de la faune explique évidemment ces résultats, mais aussi un certain respect pour la «Convention internationale des ressources vivantes marines de l'Antarctique» (CCAMLR). Mais celle-ci ne constitue pas une protection totale: les «lois» antarctiques sont élaborées par un fragile consensus international auquel chacun accepte de se soumettre s'il le veut, sans qu'aucune force n'en contrôle l'application. (...)

Rêve minéral

Assez curieusement, l'exploitation des ressources minérales du continent austral a été le plus grand rêve économique austral. Un rêve qu'il vaut mieux briser de suite : outre le fait que la plupart des nations se sont engagées à respecter un moratoire de 50 ans à propos de l'exploitation minière -mais on sait ce que vaut un tel moratoire-, les conditions d'exploitation sont telles que rien de ce qui pourrait être extrait des glaces antarctiques ne trouverait un marché aujourd'hui.

Les ressources minières de l'Antarctique, pour ce qu'on en sait, sont en effet banales : du charbon, du fer, du pétrole, du gaz, du chrome. N'importe laquelle de ces ressources est disponible à bon marché ailleurs sur la Terre et tant que cela durera, l'Antarctique n'a rien à craindre. Ainsi, les experts estiment qu'en cas d'exploitation industrielle du pétrole -encore faudrait-il y parvenir-, son coût oscillerait entre 65 et 80 dollars le baril, au lieu d'environ 18 dollars aujourd'hui. L'Antarctique est peut-être riche en pétrole -cela reste à prouver-, mais aujourd'hui, il est sans conteste le continent où cette denrée est la plus chère en raison des coûts de transport faramineux : au centre du continent, un baril vaut 25.000 dollars, soit près de 160 dollars ... le litre !

Extrait du Hors-série du magazine Climats, Antarctique, le dernier continent, pp 62 à 64, 1997.

Doc 5

Jacobshavn (Ilulissat) au Groenland

Le village de Jacobshavn est caractéristique de ceux que l'on peut observer sur la côte occidentale du Groenland. Cette région, moins froide que la côte orientale (qui est influencée par le courant marin froid du Groenland), abrite l'essentiel de la population de l'île. Les 55.000 habitants (pour 2 175 000 km²) du Groenland vivent dans de petites bourgades dispersées le long des fjords. La capitale, Nuuk, ne compte que 12 000 habitants.

Le Groenland est une ancienne colonie danoise, qui est devenue autonome depuis 1979, mais n'a pas accédé à l'indépendance. La population est en majorité composée d'Eskimos, originaires du Canada (il n'y a aucune population vraiment indigène) avec une minorité danoise (15 % du total).

Au premier plan, nous observons une falaise inhabitée. Ensuite, un petit estuaire occupé par quelques infrastructures portuaires et la mer qui gèle en hiver et se transforme alors en banquise. La pêche côtière est presque la seule ressource du Groenland (crustacés, morue, filets de poisson congelés). Elle est limitée par le très long hiver quand la banquise bloque tous les ports.

Les grandes maisons de bois sont dispersées sur le rebord du plateau dominant l'océan. L'église est un temple luthérien, car le village a été fondé par des colons danois en 1773. Ceux-ci ont apporté leurs techniques, les matériaux de construction (il n'y a pas de forêt au

Groenland), leur culture et leur religion.

Aucune circulation, sauf par avion ou par traîneau, n'est possible pendant de longs mois. Au troisième plan, le rebord du grand plateau désertique, recouvert partiellement (à droite) par le deuxième inlandsis de la planète (1 726000 km²).

Adaptation d'après : Sous la direction d'Alain Saint-Orens, *Histoire, Géographie 6^{ème}* (transparents), édition Hachette éducation, 2000, fiches 26 et 27.

UNE ADAPTATION DES HOMMES À L'ARCTIQUE : JAKOBSHAVN (ou Ilulissat - GROENLAND)

Les Inuits (85 % de la population) ont de plus en plus tendance à abandonner les habitats les plus hostiles et les maisons traditionnelles pour se regrouper dans des bourgs comme Jakobshavn.



L'architecture de bois toute en couleurs vives tranche avec la faible luminosité qui prévaut une grande partie de l'année. Les maisons sont préfabriquées et transportées sur place par bateau. Construites proches du fjord, elles semblent posées de guingois un peu au hasard. En effet, elles sont construites sur les rares espaces plans constructibles existant sur ce terrain parsemé de roches. Compte tenu de l'alternance de périodes de gel et de dégel, les maisons sont construites le plus souvent sur des pilotis de béton afin de bien stabiliser l'habitation au moment du dégel quand le sol devient spongieux, voire marécageux.

Les toits en forte pente, si l'on excepte quelques bâtiments préfabriqués, facilitent la chute de la neige sur le sol. De même, les conduites, visibles un peu partout qui courent sur les roches et le long de la route, sont entourées de gaines épaisses et laissées à l'air libre à une cinquantaine de centimètres du sol pour éviter qu'elles ne s'enfoncent dans le pergélisol.

Aucune véritable agriculture n'est possible compte tenu de la rigueur du climat et il n'y a pas de gisement de minerai en exploitation au Groenland. La pêche (morue, flétan, saumon) ainsi que la vente de quotas de pêche, constituent donc l'unique ressource avec l'assistance financière et technique du gouvernement danois. Biens de construction pour les habitations, biens de consommation et source d'énergie, comme le pétrole destiné à la petite centrale thermique visible au second plan, sont tous importés.

D'après Eduscope/HER 1998, *La terre et les hommes, les grands repères géographiques.*

Quels géosystèmes pour demain ?

Le réchauffement climatique



Source : Greenpeace

Présentation

Depuis cinq ans, dans les médias et dans la communauté des scientifiques et climatologues, le sujet du réchauffement climatique est omniprésent. Aussi, cette modification de notre atmosphère a pour cause essentielle l'homme et ses activités.

Il nous est apparu opportun de réaliser ce dossier documentaire dans le but d'offrir à nos élèves les outils pour mieux cerner cette problématique qui est aussi, à l'échelle mondiale, un enjeu de taille. Mieux, sa simple évocation rend le rôle du géographe et de la Géographie en général comme des agents qui permettent de le décoder avec une perspective qui nous caractérise : le changement d'échelle.

Cette partie se subdivise en une structure assez logique :

1. Les signes du réchauffement pourraient bien entendu être intégrés dans les conséquences. Nous avons voulu la mettre ainsi en perspective pour éveiller la curiosité sur des faits qui sont proches de notre réalité quotidienne et que nos élèves peuvent eux-mêmes observer. Une rubrique qui donne aussi des conséquences d'apparence plutôt inattendues.
2. Les causes font le point sur les origines du réchauffement et de l'implication humaine directe à cet état de fait.
3. Les conséquences complètent le point 1 en accordant une place à notre pays.
4. Le climat de demain a pour objectif de donner une prédiction sur la variation du climat dans les années à venir. Insistons ici sur le nombre relativement important des incertitudes car, dans le passé, un réchauffement aussi rapide n'avait encore jamais été observé.
5. Les solutions pour éviter ce scénario catastrophe propose une lecture à deux échelles : celle de notre vie quotidienne et au niveau mondial.
6. Une conclusion plus particulièrement centrée sur la Belgique
7. Des images pour le dire : une rubrique qui peut vous aider à introduire le sujet ou qui peut intervenir dans la production de travaux réalisés pour les élèves.

Sa présence à la suite des géosystèmes polaire et aride froid semblaient elle-aussi découler d'elle-même : elle nous donne une autre perspective sur l'approche des climats et sur la complexité des actions humaines.

1. Les signes visibles

En Belgique

Pression atmosphérique anormale en octobre

La pression atmosphérique moyenne enregistrée à Uccle durant le mois d'octobre s'est avérée anormale, selon les données climatologiques mensuelles de l'Institut royal météorologique. La pression a été de 1010,5 hPa, ce qui est considéré comme anormal par l'IRM car elle aurait dû être de 1015,3 hPa. (B.)

D'après « Le Soir » du 2 novembre 2004.

Les poissons de la mer du Nord ont trop chaud

C'est une étude britannique (Université of East Anglia à Norwich) qui l'indique cette semaine, dans la revue « Science » : au cours de ces 25 dernières années, le réchauffement climatique a poussé les poissons de la Mer du Nord à migrer davantage vers... le Nord ou à opter pour des eaux plus profondes. Quelque 21 espèces sur les 36 étudiées par les chercheurs ont ainsi changé d'environnement depuis 1977, à la recherche d'eaux plus fraîches: Si les tendances climatiques actuelles persistent, certaines espèces pourraient très bien avoir déserté définitivement la mer du Nord d'ici 2050, estiment les scientifiques. Avec tout ce que cela signera pour la pêche commerciale. (C.D.B.)

In « Le Soir » du 13 mars 2005

MER DU NORD : Signes de réchauffement

Le changement climatique laisse des traces clairement visibles en mer du Nord, affirme l'océanologue allemand Harald Asmus. Il y a constaté la présence de poissons provenant des eaux chaudes du golfe de Gascogne et de la Méditerranée.

D'après le journal *Le Soir* du 23 octobre 2006.

MÉTÉO Statistiques

Un printemps particulièrement chaud

LA TEMPÉRATURE moyenne a été « très anormalement élevée » au cours du printemps actuel, selon un aperçu des températures diffusé mercredi par l'Institut Royal Météorologique de Belgique. Le nombre de précipitations et la durée d'ensoleillement ont, eux, été « *anormaux* » pour la saison.

La température moyenne pendant le printemps météorologique - les mois de mars, avril et mai - était de 10,4 degrés, une température très anormalement élevée. L'institut météorologique considère comme « *très-anormal* » un phénomène qui se produit ou est dépassé une fois tous les dix ans.

La température moyenne normale pour la saison est, en effet, de 9,1 degrés. Le printemps de 1993 a été le plus chaud avec 11,2 degrés en moyenne.

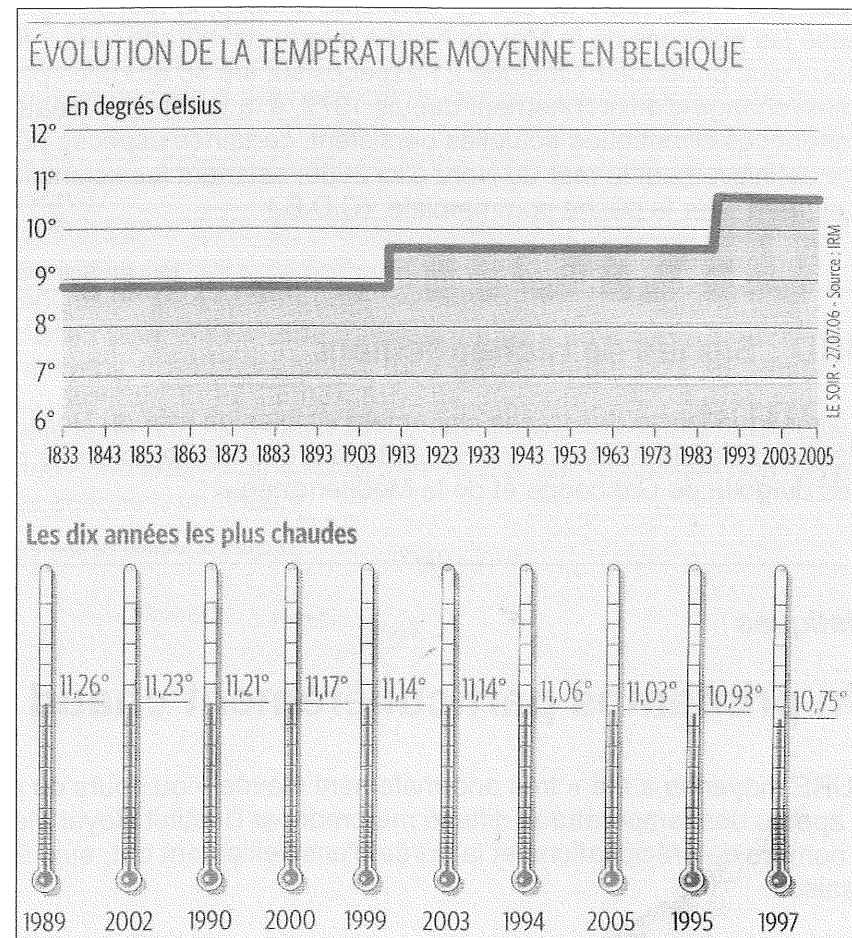
Le soleil a brillé pendant 393 heures, ce qui est considéré comme « *anormal* ». L'institut météorologique considère comme « *anormal* » un phénomène observé ou dépassé une seule fois en six ans.

Normalement, la durée moyenne d'ensoleillement pendant le printemps météorologique est de 477 heures. Le printemps le plus sombre est celui de 1983 avec seulement 273 heures d'ensoleillement.

Il y a aussi eu des précipitations pendant 53 jours, ce qui est également « *anormal* », le nombre moyen habituel étant de 50 jours. Le printemps le plus pluvieux, en 1979, a compté 75 jours de pluie.

Par contre, la quantité d'eau tombée du ciel au printemps météorologique est considérée comme « *normale* », avec 144,9 litres par mètre carré.

In « Vers l'Avenir » du 2 juin 2005.

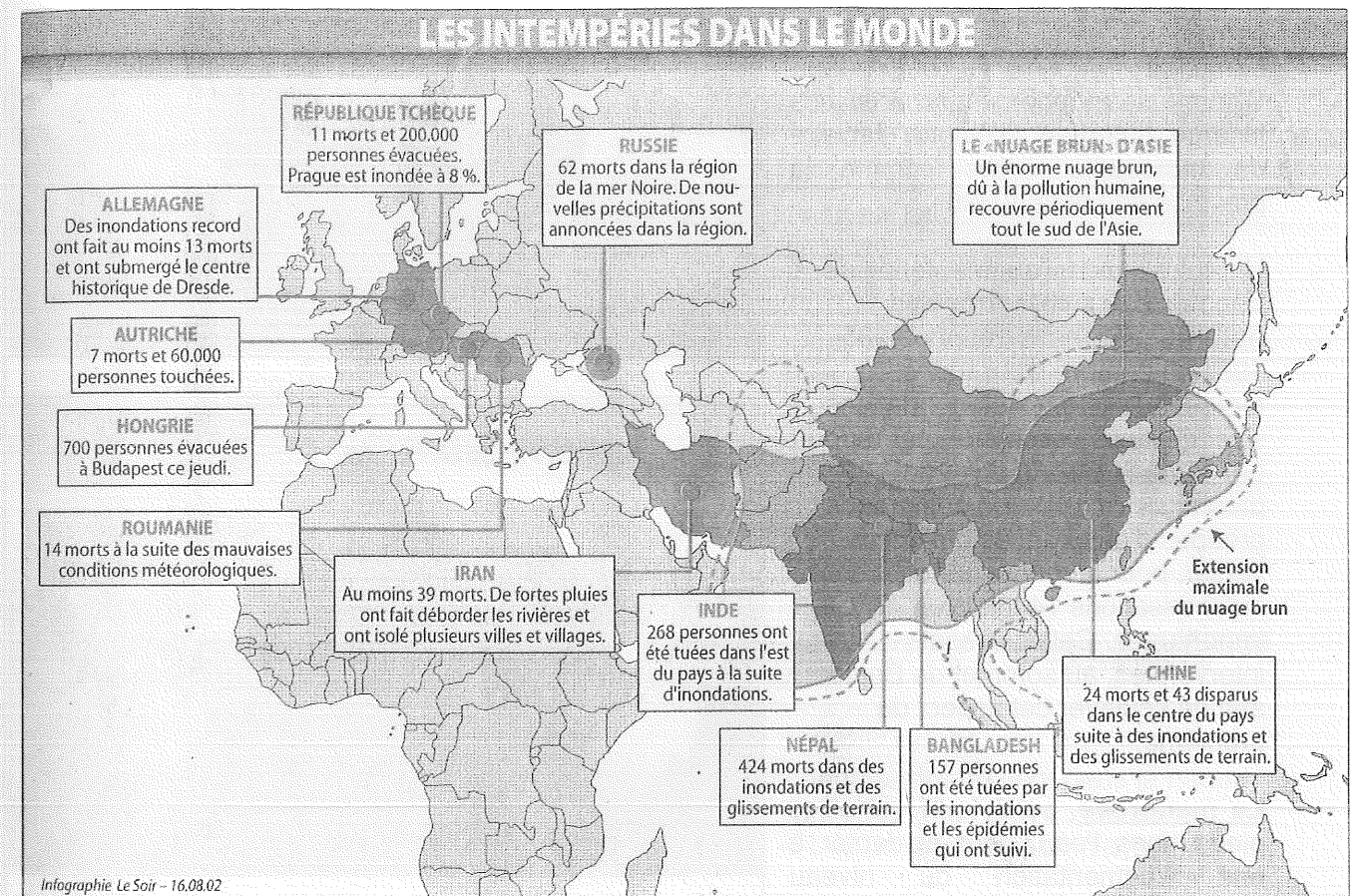


In « Le Soir » du 27 juillet 2006

En Europe et à l'échelle mondiale

« L'été 2002 a été celui des inondations. Celui de 2003 a par contre été exceptionnellement chaud. Des records de chaleur, des incendies liés à la sécheresse, le décès en Europe de 20 000 personnes âgées qui n'ont pas résisté à ces températures exceptionnelles. Le climat est-il en train de changer ? »

In « Le Soir Junior », n°105, semaine du 9 au 15 septembre 2003.



Des indices inquiétants...

Chez les animaux, la Fondation britannique d'ornithologie a relevé un changement dans les habitudes des **oiseaux**, et en particulier de la pie. Par rapport aux années soixante, la pie, par exemple, fait son nid deux semaines plus tôt et a des portées plus importantes. Les ornithologues britanniques ont observé la même tendance chez 10 autres variétés communes d'oiseaux.

En Bretagne, l'hiver exceptionnellement doux a produit des **huîtres** trop grasses, qui n'ont pu être vendues

Dans le grand Nord, les **renards arctiques** souffrent de la compétition du renard roux, dont l'aire de répartition s'étend.

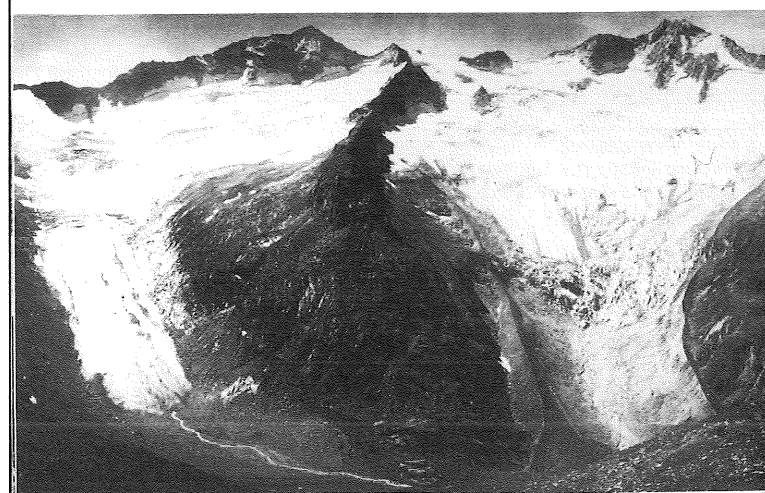
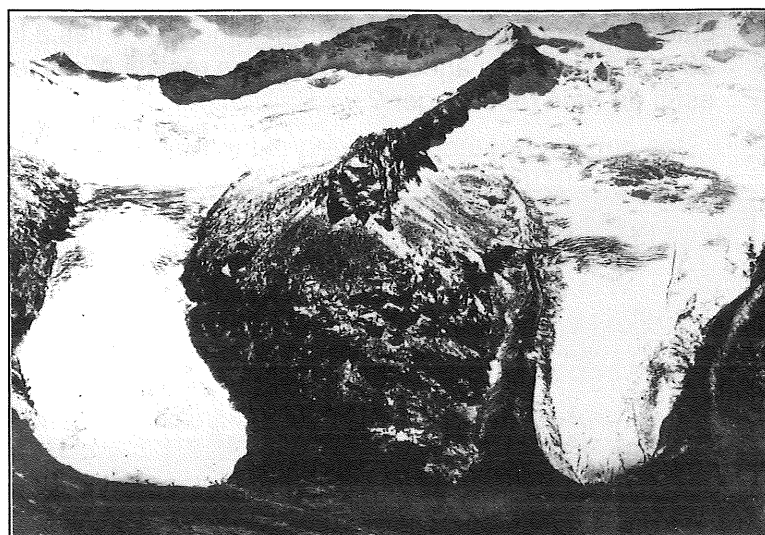
La **banquise boréale** est en retrait dans le nord canadien. Fondant un mois plus tôt au printemps et apparaissant un mois plus tard en automne, la banquise oblige les ours blancs à vivre plus longtemps à l'intérieur des terres, réduisant d'autant leurs périodes de chasse aux phoques qui, eux, se maintiennent en bordure des glaces.

Dans l'**Antarctique**, la fonte des glaces a pris une allure spectaculaire depuis quelques semaines, avec le bris de la banquise en profondeur. D'immenses icebergs ont ainsi pris le large, amputant la calotte glaciaire de morceaux vastes comme la province de Liège ou plus.

Un autre indice, l'augmentation de la fréquence des **catastrophes naturelles** Dans la période 1985-1995, le nombre d'ouragans, tempêtes, cyclones et inondations s'est multiplié par quatre, par rapport aux années '60. Au point de provoquer l'inquiétude des grands groupes d'assurances qui ont dû verser, pour la même période, des indemnités 14 fois plus importantes. Celles-ci sont intervenues, au sommet de Berlin, afin de soulever cet aspect du problème.

La **mangrove**, cette forêt qui a les pieds dans l'eau, peut s'adapter à une augmentation du niveau d'inondation de 8 à 14 cm par siècle. Mais dans certaines régions, le rythme d'élévation serait plus grand déjà. La mangrove côtière des Bermudes serait déjà en train de disparaître et avec elle, les espèces qu'elle abrite. Les marais aussi s'inondent peu à peu, comme dans la baie de Chesapeake, sur la côte Est des Etats-unis. Quant aux coraux: ceux des Philippines, d'Indonésie, des Galápagos meurent « blanchis » par le réchauffement de l'océan. Comme dans le cas de la mangrove, les coraux entraînent dans leur perte toute la « niche » écologique auxquels ils appartiennent.

Dans **les fonds marins**, les symptômes aussi apparaissent. Les eaux du Pacifique se sont réchauffées de deux ou trois degrés. En Méditerranée occidentale, l'augmentation de la température est enregistrée depuis 35 ans dans les couches les plus basses, où est aussi notée une hausse de la salinité. Un phénomène inexplicable, mais qui semble lui aussi lié au changement climatique. «*La Méditerranée*, dit un spécialiste français, est peut-être en train



Ces deux photos des glaciers Horn et Waxeggkees, dans le Tyrol autrichien. En haut, les glaciers en 1921. En bas, la situation de ces mêmes glaciers en 1994. Depuis le milieu du 19^{ème} siècle, les glaciers européens ont perdu 30 % de leur superficie et 50% de leur volume.

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, page 92.

de redevenir ce qu'elle était avant son assèchement il y a cinq à six millions d'années : une mer subtropicale. »

Extrait du journal « La Meuse » des 8 et 9 avril 1995.

Les Alpes se réchauffent trop vite

La température dans les Alpes françaises a augmenté nettement plus que dans le reste de la France, indique une étude de Météo-France montrant également un déficit de neige ces dernières années.

Alors que la température s'est accrue d'un degré Celsius sur le territoire français en un siècle, elle a augmenté dans les Alpes, « à 1800 m durant l'hiver », de 1 à 3 degrés dans les 40 années les plus récentes.

Cette augmentation des températures est surtout marquée en début et en fin d'hiver et elle est particulièrement notable depuis les années 80 et 90. « *Les Alpes françaises apparaissent donc comme très exposées au réchauffement de l'atmosphère en période hivernale* », estime Météo-France. Cette étude climatologique des Alpes de 1958 à nos jours, montre par ailleurs que « *les années les plus récentes apparaissent comme majoritairement déficitaires* » en matière d'enneigement. Selon ses auteurs, les chercheurs du Centre d'étude de la neige de Météo-France, installé près de Grenoble, il y a eu ces 40 dernières années des « *hivers particulièrement enneigés de 1975 à 1985 et un déficit d'or blanc de 1987 à 1993* ». (AFP.)

D'après « Le Soir » du 17 janvier 2005.

Les forêts ont eu chaud !

Un dégât de plus de la canicule de 2003. Cet été-là, la nature n'a pas joué son rôle de puits de carbone. La preuve par les forêts européennes.

La canicule de l'été 2003 a décidément fait beaucoup de dégâts. Notamment dans la nature les forêts européennes ont vu leur croissance diminuer de 30 % ! Plus grave : elles ont momentanément perdu leur rôle de « puits de carbone ». Depuis un siècle, on n'avait pas vu cela.

Un bon consensus existe parmi les climatologues pour affirmer que notre planète se réchauffe et qu'une des conséquences devrait être la multiplication d'épisodes de températures extrêmes comme l'Europe en a connu un pendant l'été 2003. L'occasion était donc belle d'utiliser celui-ci comme une sorte de répétition générale et de voir comment la nature avait réagi et surtout quelle avait été pendant cette période la « balance de carbone ».

Il faut se rappeler qu'une bonne partie du réchauffement de la planète est due à une concentration particulièrement élevée de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère : 380 parts par million, soit 100 de plus qu'avant la révolution industrielle. Ce gaz piège le rayonnement au niveau de la planète, provoquant un réchauffement de celle-ci par effet de serre. Il convient donc impérativement que nous limitons nos productions de CO₂, mais aussi que nous nous efforcions de re-capter un maximum de cette substance. Les plantes jouent ce rôle, les forêts en particulier.

Certes, elles produisent du gaz carbonique, mais elles en absorbent aussi. En temps normal, l'absorption dépasse la production. On dit que les forêts séquestrent du carbone. Tous les instituts qui se préoccupent de l'avenir de la végétation étudient le phénomène le plus finement possible. Cela se fait notamment au sein d'un réseau européen dont est membre la Faculté des sciences agronomiques de Gembloux. Le P^r Marc Aubinet surveille à cet effet

une forêt de Vielsalm, et il était très logique qu'on fasse appel à lui dès lors qu'un chercheur de Gif-sur-Yvette (France), Philippe Ciais, avait décidé d'évaluer l'impact de la fameuse canicule.

Quinze sites d'observation ont ainsi été répertoriés, de la Finlande à l'Italie. D'où il ressort clairement que, du fait de la chaleur et de la sécheresse, la nature est entrée en léthargie. Qu'elle a produit peu de matière vivante. Mais aussi que sa capture de carbone et sa production de carbone ont toutes deux diminué.

Toutefois, la capture a diminué plus fortement que la production, si bien qu'au lieu d'un bilan favorable à la nature (une diminution nette de l'envoi de gaz carbonique dans l'atmosphère), il y a eu production nette de carbone. En d'autres termes, la canicule a produit des circonstances favorables au... réchauffement de la planète. Et à l'apparition de nouvelles canicules.

Il ne s'agit bien sûr que d'une étude relativement limitée, et, dans un article qui accompagne le résultat de cette recherche, le magazine « Nature » de ce jeudi explique qu'il est vraisemblable que, si le réchauffement planétaire se confirme, la végétation va s'adapter, et, en quelque sorte, souffrira moins de la chaleur.

Toutefois, selon les estimations des chercheurs, le phénomène a connu en 2003 une ampleur assez considérable. Ils ont en effet calculé que le continent européen a envoyé dans l'air cinq cents millions de tonnes de carbone en trop. Ce qu'elle avait absorbé au cours des quatre années précédentes.

La forêt de Vielsalm a pourtant fait exception. Selon la formule du P^r Aubinet, elle a constitué un puits de carbone pas moins important que les autres années. Pourquoi cette différence ? Le chercheur genevois en est réduit aux hypothèses. Parce que le sol est limoneux ? Parce que cette forêt est plus vieille, que ses racines, plus profondes, lui ont donné accès à une nappe phréatique qui a toujours été approvisionnée ?

JACQUES PONCIN
In « Le Soir » du 23 septembre 2005

COMMUNIQUE DE PRESSE

Le marronnier officiel de la Treille, témoin du temps

Fait tout à fait inhabituel, des feuilles et des fleurs sont apparues sur le marronnier officiel de la Treille en plein mois d'octobre. C'est d'ailleurs le seul marronnier à connaître une deuxième floraison sur l'ensemble de l'esplanade. Même le marronnier dit « fou » n'a pas bronché.

Symptôme sans doute d'une température particulièrement clémente pour cette saison, c'est aussi la première fois, depuis 1818, que l'on observe une deuxième éclosion avant l'hiver sur un marronnier officiel. Mais, contrairement à l'éclosion annonçant le « printemps genevois », la branche qui porte cette floraison inattendue se situe du côté de la rampe de l'Athénée, et non côté Université, comme celle que l'on observe généralement au printemps.

Il ne s'agit donc pas d'un printemps précoce comme on a pu le vivre certaines années, avec l'apparition de la première feuille du marronnier en plein hiver (le record a été battu le 29 décembre 2002). Les Genevois devront donc bien passer l'épreuve de l'hiver avant de célébrer leur prochain printemps.

Maria Anna Hutter, Sautier du Grand Conseil

In <http://www.geneve.ch/grandconseil/service/accueilmarron.asp> (octobre 2006)



Le climat dans tous ses états : la température au plus haut en 12.000 ans !

« La température du globe est aujourd'hui à son niveau le plus élevé depuis 12.000 ans, et à un degré Celsius de la température maximale mesurée depuis un million d'années. » Voilà ce que révèle une nouvelle étude sur le réchauffement global, publiée lundi par des chercheurs américains, dont l'un des principaux climatologues de la Nasa.

La température mondiale s'est, en effet, accrue de façon fulgurante ces 30 dernières années, à raison de 0,2 degré Celsius par décennie. « Notre étude montre qu'une augmentation supplémentaire d'un degré Celsius aurait des effets catastrophiques comme, par exemple, la variation du niveau des océans et l'extermination de certaines espèces », commente James Hansen de l'Institut Goddard de la Nasa pour les études spatiales.

C'est au niveau du pôle Nord que le réchauffement est le plus prononcé. La fonte massive des glaces et des neiges met à nu le sol et les roches, plus foncés, qui absorbent ainsi d'avantage la chaleur du soleil et accentuent le réchauffement climatique. Les océans, en revanche, se réchauffent moins vite grâce au mélange entre eaux de surface et eaux froides des profondeurs. Les résultats de la nouvelle étude, publiée dans les Annales de l'Académie nationale américaine des Sciences, montrent toutefois un réchauffement inquiétant dans la région équatoriale ouest de l'océan Pacifique. « Ce réchauffement pourrait avoir des conséquences désastreuses sur la climatologie mondiale, comme une intensification des sécheresses et des inondations. »

Si le réchauffement global continue à s'accroître, la planète de demain sera fort différente de celle d'aujourd'hui. « Au milieu du Pliocène, il y a 3 millions d'années, la température était de 2 à 3 degrés supérieure à celle que nous connaissons aujourd'hui; le niveau des mers était, quant à lui, selon les estimations, 25 mètres au-dessus de l'océan actuel. »

Le climatologue rappelle également une étude parue en 2003, qui avait mis en évidence la migration de 1.700 espèces de plantes et d'animaux vers le pôle Nord, à un rythme moyen de 6 km par décennie, au cours de la dernière moitié du 20^{ème} siècle. « Le mouvement rapide des zones climatiques dû au réchauffement représente un stress supplémentaire pour la vie sauvage, s'inquiète James Hansen. A cela s'ajoute le stress dû à la perte de leur habitat à cause des développements humains. »

L.T. (st)

Extrait du journal *Le Soir* du 27 septembre 2006.

Dans les géosystèmes polaire et aride froid

GROENLAND Réchauffement

Ours et phoques fuient la banquise

Conséquence directe du réchauffement de la planète, il n'y a plus d'hiver sur la banquise, les ours blancs et les phoques se font de plus en plus rares.

LE VISAGE mince, buriné les yeux cachés derrière des lunettes noires, Anda Koitse, 51 ans, regarde le phoque que vient de ramener un chasseur au petit port de Kulusuk, dans l'est du Groenland, une prise de plus en plus rare à mesure que se réchauffe le climat.

« On en attrape de moins en moins, car le climat s'est réchauffé, surtout au cours des deux ou trois dernières années. La banquise se fragmente même en hiver, et les chasseurs, qui ne peuvent plus utiliser leurs traîneaux à chiens, ont vraiment du mal -à vivre », explique Anda Koitse.

Dans ce village de chasseurs peuplé de 300 habitants et d'un millier de chiens, aux maisons colorées, situé sur l'île du même nom, l'été est plus chaud que d'habitude. « On a atteint 20° certains jours. C'est à n'y rien comprendre », dit-il.

Chasseur durant 30 ans en kayak et en traîneau, comme son père, Anda a tourné la page, car il « voit mal de loin pour continuer à chasser le phoque et l'ours, qui se font extrêmement rares ».

Il est devenu « danseur pour touristes » dans une troupe du village, avec d'autres chasseurs « convertis » par la force de la nature.

Kulusuk, entouré d'un chapelet d'îles, est l'un des rares villages de la côte est, immensité désertique de glace. Isolée par les glaces une bonne partie de l'année - le premier bateau de ravitaillement y accoste en mai et le dernier en octobre - cette région a été colonisée tardivement par les missionnaires, envahie par « l'homme blanc il y a un peu plus de 100 ans ».

Dans les années 1970 et 80, l'hiver arrivait en octobre, et dans son sillage, les phoques, les morses et les ours polaires. Aujourd'hui, la glace venue du Grand Nord arrive de plus en plus tardivement, en décembre, voire en janvier. On peut maintenant naviguer presque toute l'année, constate Jonathan, un octogénaire édenté, en train de jouer avec ses amère-petits-enfants.

« L'ours, on le voyait, on le chassait avant. Mais il ne migre plus faute de glace. Même au nord, son royaume, il y en aurait de moins en moins, et des chasseurs là-bas ont été forcés d'abattre leurs chiens car ils ne trouvaient pas d'animaux pour les nourrir »

In « Vers l'Avenir » du 19 août 2005.

Au Groenland, le Kangerdlugssuaq fond à vue d'œil

Ce glacier du Groenland, le Kangerdlugssuaq, fond à une vitesse préoccupante: Greenpeace le surveille de près. Cet été, les effets du réchauffement climatique font même qu'il est en train de se disloquer. Il s'avance dans la mer au rythme de 14 km par an. Plus de deux fois et demi ce qui avait été calculé en 1988. A moins que des chutes de neige inattendues ne viennent inverser la tendance, voilà un signe de plus que la fonte des calottes polaires a enclenché la vitesse supérieure.

In « Le Soir » du 22 juillet 2005.

Antarctique Le climat recomposé Les carottes passent à table

LES NIVEAUX DE CO₂, un gaz à effet de serre, n'ont jamais été aussi hauts en 650.000 ans. La faute aux activités humaines.

La première analyse détaillée des bulles d'air retenues prisonnières dans la glace antarctique depuis 650.000 ans vient de livrer son verdict. Cette analyse allonge de quelque

210.000 ans les données scientifiques qui étaient disponibles jusqu'ici. Son principal enseignement ? Les niveaux de gaz carbonique, le principal responsable du réchauffement de l'atmosphère, sont actuellement 27 % plus élevés qu'à n'importe quel moment au cours de ces 650 derniers millénaires.

C'est ce qu'explique cette semaine, dans la revue scientifique américaine « Science », l'équipe européenne du programme Epica (« European Project for Ice Coring in Antarctica »). Un programme de recherche auquel sont associés dix pays, dont la Belgique, via le département des sciences de la Terre et de l'environnement (section glaciologie) de l'Université libre de Bruxelles. Cette étude repose sur l'analyse de carottes de glace extraites de la calotte antarctique au site de Dome Concordia (Dome C), dans l'est du continent. Il s'agit du forage glaciaire le plus profond jamais réalisé jusqu'ici. L'an dernier, il a été arrêté à quelques mètres à peine de la surface d'un lac sous-glaciaire, à plus de 3000 mètres de profondeur.

Ce forage a permis de ramener à la surface des carottes de glace produite par l'accumulation de neige - tombée il y a quelque 900.000 ans. L'analyse sur le gaz carbonique a pour sa part été réalisée jusqu'à 650.000 ans, bien avant l'apparition de l'homme moderne.

Révolution industrielle

Cette analyse n'a pas permis de retrouver des concentrations de CO₂, dans l'atmosphère comparables à celles d'aujourd'hui (380 ppm). Les niveaux de gaz carbonique dans l'atmosphère ont commencé à s'accroître avec la révolution industrielle et l'utilisation à grande échelle du charbon. Au cours des dernières décennies, le rythme s'est accéléré avec l'industrialisation de nombreux pays et la multiplication des autos.

« Nous avons ajouté un autre élément d'information montrant que les pendant lesquelles les hommes ont changé la composition de l'atmosphère sont extrêmement courtes au regard des cycles naturels du système climatique » commente Thomas Stocker, de l'institut de physique de l'Université de Berne (Suisse).

Les adversaires de la théorie du réchauffement soulignent qu'au cours de son histoire, la Terre à connu une alternance de phases chaudes et froides. Une alternance naturelle selon eux et que la présence de l'homme moderne n'aurait en rien modifiée. Une thèse que les scientifiques réfutent en démontrant aujourd'hui le rôle majeur de l'homme dans les récentes modifications du climat de la planète et qui sera au cœur des débats de la conférence internationale qui s'ouvre lundi à Montréal.

CHRISTIAN DU BRULLE (avec AFP)
In « Le Soir » du 28 novembre 2005.

Le glacier du MUIR en Alaska

Ces deux photos nous montrent nous montrent clairement la fonte et le recul de ce glacier.



USGS / 1941

La situation en 1941



USGS / Bruce Molnia

Le même endroit mais en 2004

2. En cause : les actions de l'homme

2.1. L'homme, par ses activités, modifie l'atmosphère

a) l'effet de serre

L'effet de serre

La Terre reçoit une énergie lumineuse provenant du Soleil. Une fraction de cette énergie est renvoyée dans l'espace par les nuages et par le sol. L'énergie restante est accumulée par l'atmosphère et la surface terrestre. Cette dernière émet un rayonnement infrarouge, partiellement absorbé par l'atmosphère, dont la fraction qui s'échappe dans l'espace compense exactement l'énergie solaire accumulée, de façon à stabiliser la température moyenne de la Terre. Si l'atmosphère absorbe davantage le rayonnement infrarouge, la Terre rayonne moins d'énergie qu'elle n'en absorbe et se réchauffe, ce qui augmente son rayonnement, jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre soit atteint, à une température supérieure à la température initiale. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre. En son absence, la température moyenne sur Terre serait de -18°C . Elle est aujourd'hui de 15°C .

Pourquoi ce nom ?

On a appelé « effet de serre » le piégeage du rayonnement infrarouge par l'atmosphère car les parois de verre des serres du jardin possèdent, comme les atmosphères planétaires, la propriété de laisser passer le rayonnement solaire visible et de bloquer partiellement le rayonnement infrarouge émis par les objets à température ambiante situés à l'intérieur de la serre. Cependant, cet effet n'est pas le seul responsable de la chaleur qui règne à l'intérieur des serres. Les parois de verre empêchent la circulation de l'air et donc les déperditions de chaleur par convection, qui seraient d'autant plus importantes que le vent serait plus fort. Ce dernier effet de la serre est sans équivalent dans le vide spatial qui entoure une planète et n'intervient donc pas dans ce qu'on appelle l'effet de serre.

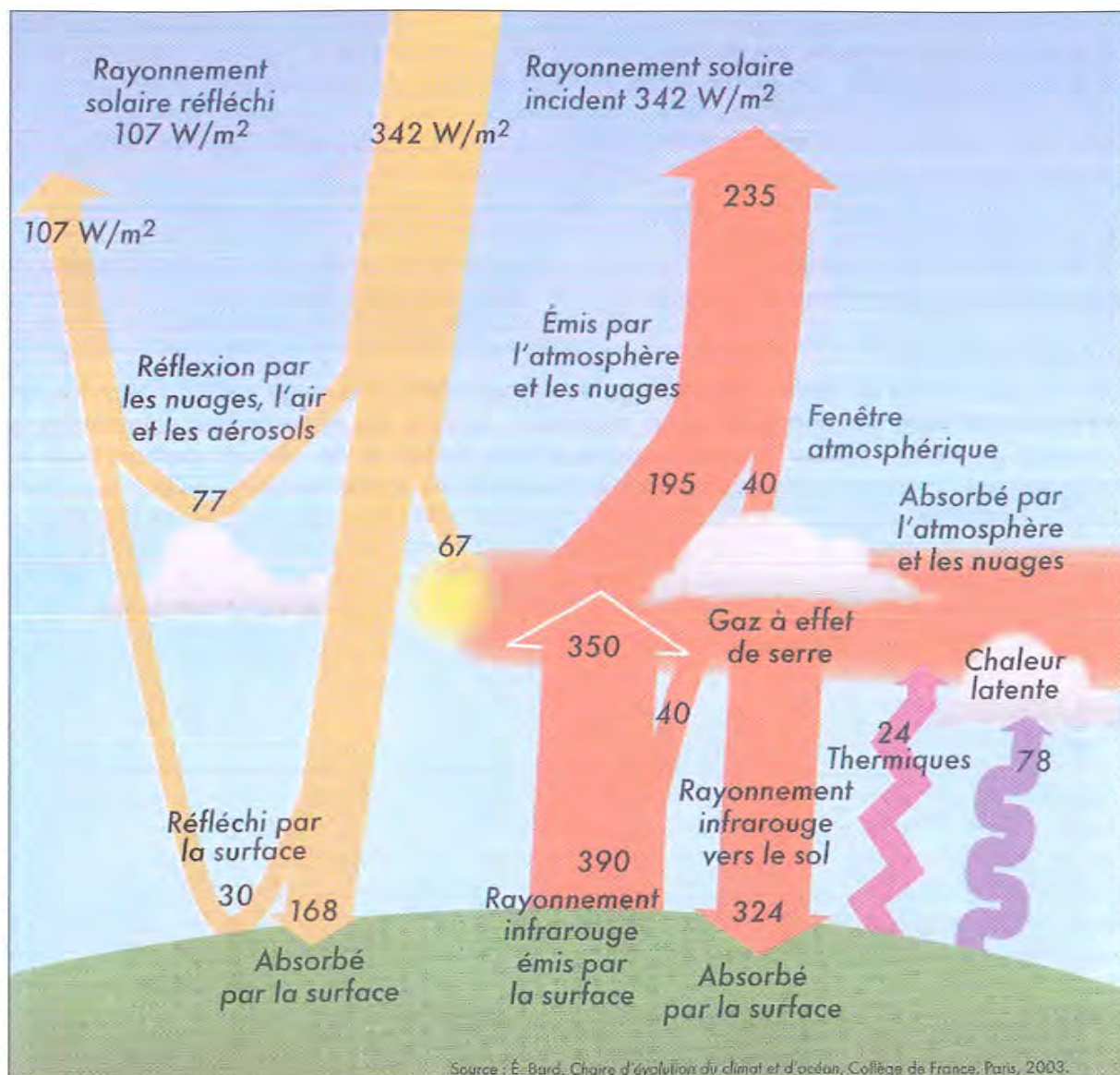
Gaz à effet de serre

Tous les gaz absorbant le rayonnement infrarouge sont des gaz à effet de serre: dioxyde de carbone, vapeur d'eau, méthane (CH_4), protoxyde d'azote (N_2O), ozone (O_3) et les molécules industrielles synthétisées (halocarbures). Leur efficacité dépend à la fois de leur capacité d'absorption par molécule et de leur concentration. Pour ce qui est de la concentration, le cas de la vapeur d'eau est particulier en ce sens que l'eau, abondante sur Terre, est partie intégrante du système climatique. La concentration atmosphérique de la vapeur d'eau est fixée par la capacité de l'air à l'accueillir. Les activités humaines, depuis le début de l'ère industrielle, provoquent des émissions des autres gaz à effet de serre et leur concentration dans l'atmosphère augmente régulièrement de manière significative. L'effet de serre additionnel correspondant provoque un réchauffement global.

Les pérégrinations du rayonnement solaire

Divers échanges d'énergie concernent la surface de la Terre et son atmosphère. Une surface de 1 m^2 placée perpendiculairement aux rayons solaires reçoit 1368 W/m^2 . Moyenné sur la surface terrestre, le rayonnement solaire incident n'est que du quart, soit 342 W/m^2 , dont 77 sont réfléchis par les nuages, les aérosols et l'atmosphère et 30 par la surface du sol. Les 235 restants sont absorbés à raison de 67 par l'atmosphère et de 168 par la surface. Les thermiques sont des courants chauds ascendants qui transfèrent, par convection, 24

W/m² du sol à l'atmosphère, tandis que la condensation dans l'atmosphère de l'eau évaporée au sol correspond à un transfert du sol vers l'atmosphère d'une énergie qu'on appelle chaleur latente de 78 W/m². Des 168 W/m² du rayonnement solaire absorbés par le sol, 102 sont ainsi renvoyés dans l'atmosphère. La différence (66) permet de boucler le bilan entre les 390 rayonnés vers l'atmosphère et l'espace et les 324 rayonnés de l'atmosphère vers le sol. L'atmosphère reçoit 67 W/m² venant du rayonnement solaire et 350 W/m² venant du sol. Elle émet vers l'espace un rayonnement de 195 W/m² et vers le sol de 324 W/m². Elle rayonne donc 195 + 324 = 519 W/m² et absorbe un rayonnement de 350 + 67 = 417 W/m². Les 102 manquants se retrouvent dans l'apport depuis le sol de chaleur par les thermiques (24) et de la chaleur latente (78). Le sol et l'atmosphère reçoivent donc autant d'énergie qu'ils en cèdent, ce qui est nécessaire pour que leur température moyenne reste stable. Bien entendu, toutes ces valeurs numériques sont relatives aux flux moyens d'énergie.



Aérosols

Poussières, particules, grains de sable, cristaux de sel, panaches volcaniques et autres gouttelettes contribuent à l'effet de serre. Ces éléments, appelés « aérosols », réfléchissent le rayonnement solaire et les infrarouges. Plus important encore, les aérosols sont des « noyaux de condensation » pour la vapeur d'eau, à partir desquels celle-ci se condense en gouttelettes et, de proche en proche, en nuages. Or, la disparition de la vapeur d'eau, gaz à

effet de serre, diminue le réchauffement. De plus la création de nuages peut aller dans la même direction en réfléchissant l'énergie solaire.

Infrarouges

Au-delà de - 273° C (le zéro absolu), tout corps solide évacue une partie de son énergie sous forme de rayonnement, à une longueur d'onde d'autant plus courte que sa chaleur est élevée. À 6 000° C en surface, le Soleil rayonne essentiellement de la lumière visible (40 %), des infrarouges (50 %) et des ultraviolets (10 %). La Terre, beaucoup plus froide, n'a pas assez d'énergie pour émettre autre chose que des infrarouges.

D'après DENHEZ Frédéric, *Atlas de la menace climatique, Le réchauffement de l'atmosphère : enjeu numéro un de notre siècle*, éditions Autrement, collection Atlas/monde, Paris, pages 28 et 29.

ENVIRONNEMENT Effet de serre

L'effet nuisible des pets de vaches sur le climat

À l'instar des moutons néo-zélandais, les vaches européennes contribuent aussi au réchauffement climatique, en émettant dans l'atmosphère des quantités non négligeables de méthane. Selon des données publiées vendredi par Eurostat, l'agriculture contribue pour environ 10 % aux émissions de gaz à effet de serre et constitue la deuxième source en Europe, derrière l'énergie. Dans l'UE-15, les émissions agricoles sont issues à 48 % des sols et à 32 % de la fermentation entérique (soit la production de méthane en grande quantité par la fermentation de la nourriture dans l'estomac du bétail). Une troisième source, qui totalise 20 % des émissions, trouve son origine dans les effluents d'élevage (déjections, fumier, lisier, etc.).

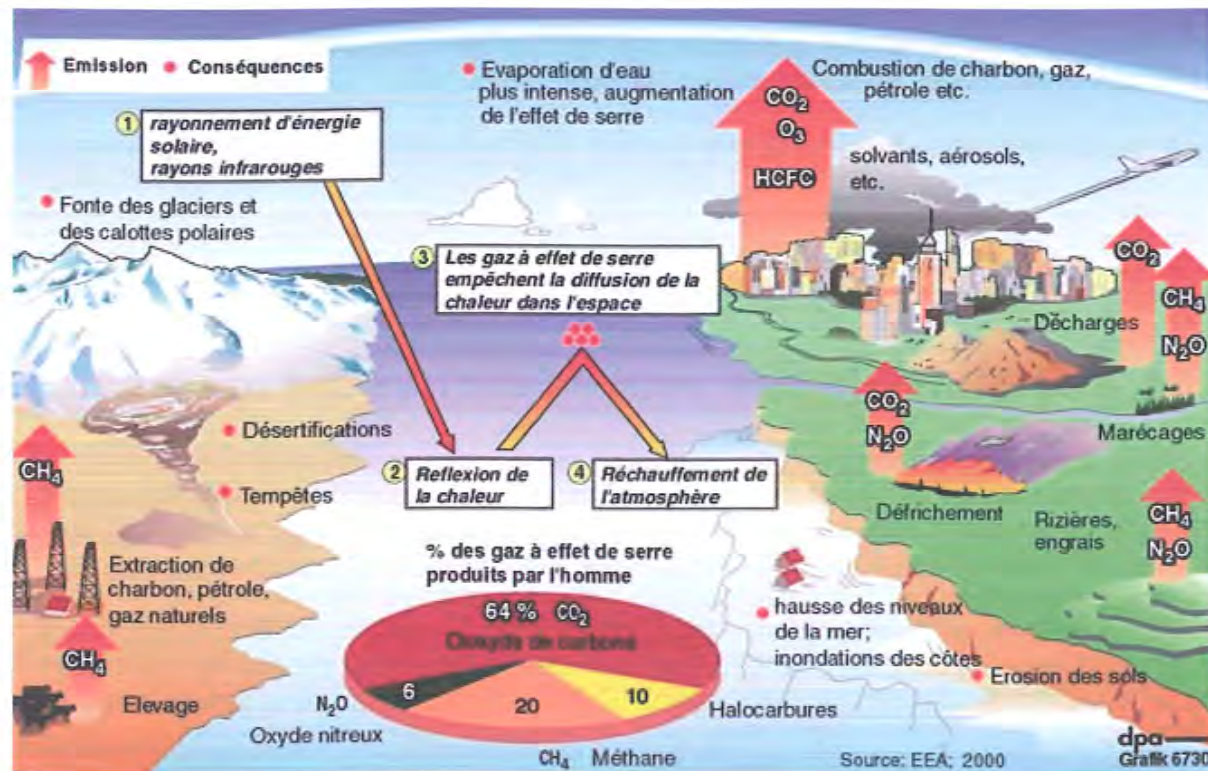
Les bovins sont responsables à eux seuls de 84 % des gaz de fermentation entérique et de 35 % de ceux générés par les effluents d'élevage. Les vaches laitières jouent un rôle particulier : bien qu'elles ne représentent que 7 % du cheptel, elles produisent un tiers des émissions de la fermentation entérique et un sixième de gaz issus des effluents d'élevage. Si elles demeurent importantes, les émissions agricoles ont enregistré une baisse sensible au cours des dernières années, diminuant de 6 % entre 1999 et 2004, selon Eurostat. Cette baisse s'explique principalement par la réduction du cheptel bovin et ovin et par celle de l'utilisation des effluents d'élevage et d'engrais dans de nombreux pays européens. La problématique des flatulences du bétail a été mise en lumière en 2003 quand la Nouvelle-Zélande, qui compte environ 4 millions d'habitants pour plus de 40 millions de moutons, a décidé d'imposer une taxe visant à réduire ces émissions.

In « Vers l'Avenir » du 10 septembre 2005.

L'effet de serre

La plus grande partie de l'énergie solaire traverse directement l'atmosphère pour réchauffer la surface terrestre. Pour ne pas que la température sur terre soit trop élevée, la terre doit se débarrasser de cette énergie. Cette chaleur se reflète dans l'espace sous forme de rayons infrarouges. Ce rayonnement d'énergie est en grande partie absorbé par la vapeur d'eau et les gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère.

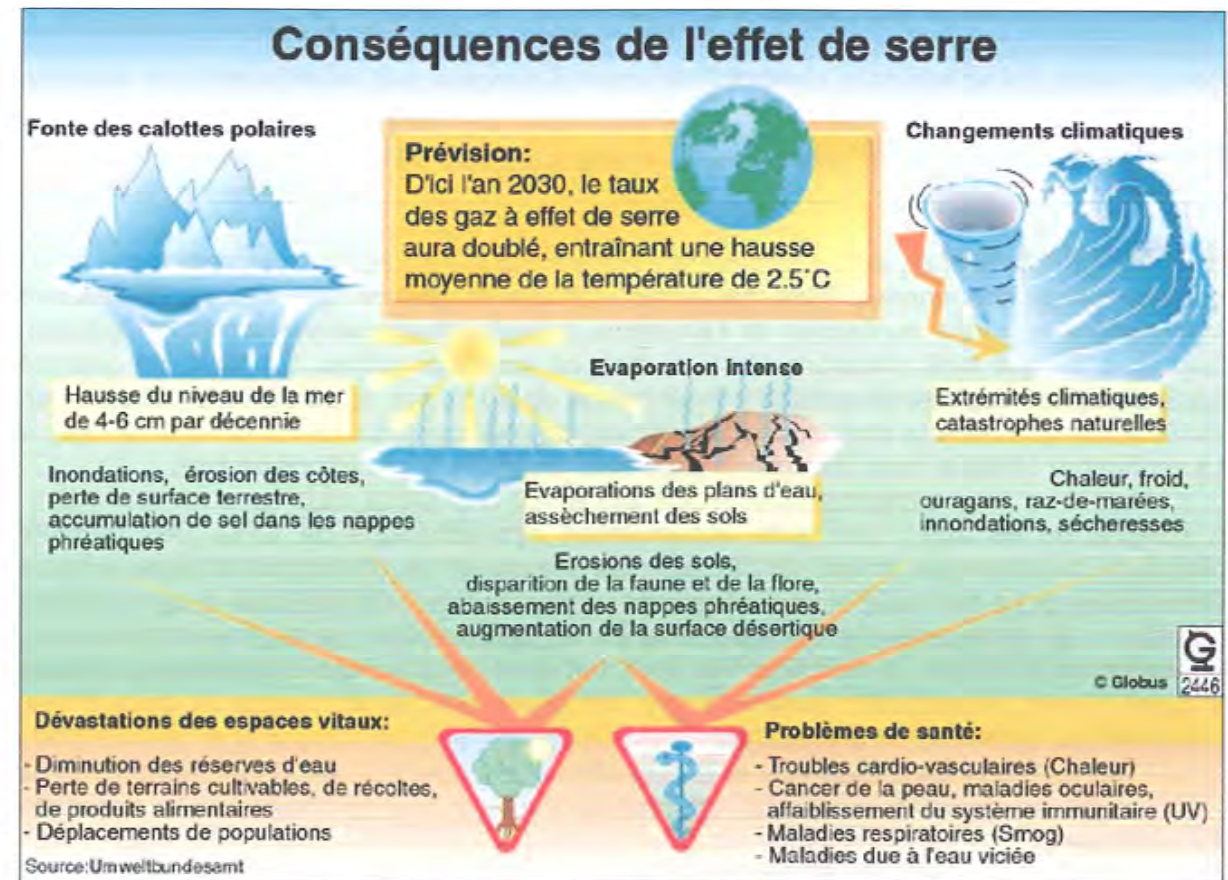
Ce processus d'absorption permet de conserver une partie de la chaleur du soleil et empêche la diffusion totale de la chaleur dans l'espace. Sans ce processus, notre planète serait froide et morte. Par contre, si la concentration des gaz à effet de serre est trop élevée, ce processus est perturbé, la chaleur ne peut plus être diffusée et la planète se réchauffe. Une augmentation de seulement 2 % suffirait à perturber entièrement notre système climatique.



Les gaz à effet de serre (GES)

- o Les vapeurs d'eau (H₂O) proviennent de la respiration, la transpiration et l'évaporation.
- o Le dioxyde de carbone (CO₂) est également un produit de la respiration des animaux, mais aussi de celle des plantes, de la combustion et de la décomposition de certaines matières.
- o Le méthane (CH₄) provient des marécages, des rizières, de la digestion des animaux, de l'extraction des combustibles fossiles et de la décomposition des ordures.
- o L'oxyde nitreux (N₂O) se dégage naturellement des sols et des océans. L'utilisation d'engrais agricoles et azotés, la combustion de matière organique et de combustibles fossiles ainsi que la production de nylon rendent l'homme responsable de l'augmentation de la concentration de ce gaz dans l'atmosphère.
- o L'ozone (O₃) est aussi un gaz naturel. La lumière solaire réagissant avec les polluants d'origine humaine est la cause d'une concentration élevée d'ozone.
- o Les halocarbures sont le produit d'activités industrielles et domestiques comme la réfrigération, la climatisation, l'extinction d'incendies, la fabrication de mousses plastiques, la production de solvants et d'aérosols. Ce sont des composés chimiques contenant du carbone et des halogènes comme le chlore, le brome, l'iode et le fluor. Ils regroupent toutes les substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO), soit les chlorofluorocarbures (CFC), les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), les bromofluorocarbures, le méthylchloroforme (1,1,1-trichloroéthane), le tétrachlorométhane (CCl₄) et le bromure de méthyle (CH₃Br) ainsi que les hydrofluorocarbures (HFC) et les perfluorocarbures (PFC).

Les conséquences de l'effet de serre



D'après le site : http://www.arte-tv.com/static/c1/Klima/serre_fr.htm

b) le « trou » dans l'ozone

L'OZONE EN PÉRIL

L'ozone est un gaz incolore, vital : il nous protège des rayons solaires ultraviolets, dangereux, (que les autres gaz atmosphériques n'absorbent pas) en les empêchant d'atteindre le sol. Présent dans toute l'atmosphère, il se concentre toutefois dans la stratosphère, entre 12 000 et 50 000 m au-dessus de la surface de la Terre. La couche d'ozone est produite par les rayons solaires ultraviolets de faibles longueurs d'ondes qui décomposent certaines molécules d'oxygène de la haute atmosphère. Ces fragments d'oxygène nucléaire se recombinent avec d'autres molécules d'oxygène pour former de l'ozone, dont chaque molécule se compose de trois atomes d'oxygène. Il s'associe également aux oxydes d'azote et aux composés atmosphériques renfermant du chlore, pour redonner de l'oxygène.

Si la couche d'ozone est si fragile, c'est qu'il y en a peu: la quantité totale de ce gaz, entre le sol et l'espace, équivaut environ à un tiers de centimètre, à la pression atmosphérique. L'ozone est en majeure partie produit au-dessus des tropiques, où le rayonnement solaire est le plus fort et le plus direct, puis les vents stratosphériques le véhiculent autour de la

Terre. La quantité de ce gaz en un point donné du globe dépend non seulement de ce mécanisme de transport mais aussi de l'activité solaire et des gouttelettes d'acide sulfurique émises par les grands volcans, toutes deux modifiant la vitesse à laquelle l'oxygène est transformé en ozone et réciproquement.

Depuis 1970, les spécialistes alertent l'opinion des dangers que représentent par exemple les rejets des avions volant à haute altitude, l'emploi croissant des engrais et, surtout, la libération de CFC dans l'atmosphère.

A propos du « trou »

Vers le milieu des années 1980 seulement, on eut la preuve que la couche d'ozone stratosphérique située au-dessus de l'Antarctique disparaissait chaque année en octobre. Depuis, à chaque mois d'octobre, les taux d'ozone sont plus faibles. En 1994, sa quantité totale dans l'atmosphère du continent avait baissé de 70 % par rapport à celle observée en 1958, tandis que dans la stratosphère, sa disparition était quasi complète. C'est ainsi que, le 19 septembre 1998, le "trou" atteignit la superficie record de 27,3 millions de km².

À l'origine de ce trou : une forte accumulation atmosphérique de CFC. Ces derniers perturbent le processus normal de formation de l'ozone en se décomposant dans la haute atmosphère pour former d'autres composés, chlorés, très réactifs, qui, dans certaines conditions, le détruisent (par exemple à la fin de chaque hiver dans l'hémisphère sud). Chaque mois d'octobre, un tourbillon très froid naît dans l'atmosphère antarctique et, lorsque le Soleil revient, l'association lumière solaire, composés chlorés, et nuages de glace créent les conditions optimales de destruction.

Et ailleurs ?

Il est beaucoup plus difficile de prévoir les modifications des taux d'ozone au-dessus des autres régions du globe. Toutefois, les chercheurs ont constaté que l'ozone stratosphérique planétaire avait diminué de plusieurs pour cent ces dernières années, peut-être à cause des phénomènes décrits précédemment mais aussi de l'activité solaire et de l'éruption du mont Pinatubo en 1991.

On a la preuve de plus en plus formelle, qu'au-dessus de l'Arctique, un trou dans la couche d'ozone commence à se former chaque fin d'hiver. Il est cependant moins important, car les températures stratosphériques au-dessus du pôle nord ne baissent pas autant que celles régnant au-dessus du continent antarctique. De plus, le tourbillon n'étant pas aussi structuré, davantage d'ozone provient des basses latitudes pour compenser toute déperdition lorsque le Soleil revient dans l'Arctique, au début du printemps. Toutefois, cette augmentation progressive annuelle, au cours des années 1990, est inquiétante. Elle démontre que si le consensus international destiné à réduire l'émission de substances destructrices de l'ozone n'est pas pérennisé, le péril auquel est exposée cette couche restera un problème écologique majeur.

Près du sol, l'ozone pose d'autres problèmes. Durant l'été, en ville, un cocktail de polluants, émanant surtout des moteurs, est concocté par la lumière solaire pour constituer un brouillard enfumé photochimique, dont l'ozone est un élément majeur. Son taux dans la basse atmosphère augmente régulièrement dans les régions très peuplées du globe. Or, bien qu'il contribue à filtrer les rayons ultraviolets, récemment encore absorbés par l'ozone stratosphérique, il nuit à la flore et à l'être humain, même à faible dose.

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, page 61.

La couche d' ozone se régénère

Selon des chercheurs, dont ceux de l'institut d'aéronomie spatiale de Belgique, le protocole de Montréal a permis de régénérer la couche d'ozone. (...)

En 1987, le protocole de Montréal avait été adopté afin de réduire la destruction de cette couche d'ozone. C'est à cette époque, que l'on a décidé de retirer les gaz CFC du marché. En 1998, le trou dans la couche d'ozone a atteint sa taille maximale de 27 millions de km² au-dessus de l'Antarctique.

La réduction progressive des CFC a permis une stabilisation visible dans la croissance du trou dans la couche d'ozone. Mais, il faudra encore attendre 50 ans pour que la situation redevienne normale au-dessus du pôle sud.

Extrait du journal *Vers l'Avenir* (date exacte perdue, 2006)

Un trou d'ozone de tous les records

L'Agence spatiale européenne (ESA) l'annonçait lundi. Hier c'était au tour de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) de confirmer la (mauvaise) nouvelle : le trou dans la couche d'ozone, au-dessus de l'Antarctique n'a jamais été aussi important! Même le record de 2000 a été battu...

Les mesures de la couche d'ozone effectuées par le gros satellite européen de surveillance de l'environnement Envisat montrent que cette année, le trou dans la couche d'ozone dépassait les 40 millions de tonnes pour « seulement » 39 millions de tonnes en 2000.

Ce déficit est calculé en mesurant la superficie et la profondeur du « trou » dans la couche d'ozone, située dans la stratosphère à environ 25 kilomètres au-dessus de la terre.

« Cette année, le trou a atteint environ 28 millions de km², soit une superficie équivalente à celle mesurée en 2000 et sa profondeur, estimée à 100 unités Dobson, atteint le record mesuré en 1990 », indique l'ESA. Une unité Dobson est définie comme une couche de 0,01 mm d'épaisseur quand on ramène la totalité de la colonne d'ozone à la température et à la pression de l'atmosphère standard.

L'Agence spatiale américaine précise de son côté que, fin septembre, un trou record de 29,5 km² avait été relevé par ses engins. Une superficie battant de justesse le précédent record de septembre 2000 avec 29,4 km².

« Cette aggravation est due à un hiver (austral) particulièrement froid dans la stratosphère », a précisé l'OMM mardi.

Au cours de la dernière décennie, la couche d'ozone a diminué en moyenne de 0,3 % par an. Pour la protéger, des restrictions d'usage des CFC ont été décidées par le Traité de Montréal du 16 septembre 1987.

« Malgré ces restrictions, la quantité de pollution stockée dans l'atmosphère est telle que des trous semblables à celui observé aujourd'hui devraient continuer d'apparaître dans les vingt prochaines années », estiment les experts de l'OMM.

L'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique a des conséquences directes sur la santé des personnes, des animaux et de la végétation vivant à proximité de ce « trou ». C'est

en effet la couche d'ozone qui nous protège d'une partie des rayonnements ultraviolets du Soleil.

La perte d'efficacité de cette protection naturelle contre les UV est à l'origine de la multiplication des cancers de la peau sous ces latitudes.

C. D. B.

D'après *Le Soir* du 4 octobre 2006.

Météorologie Le froid affaiblit une de nos protections naturelles

Trou d'ozone sur la Belgique

MOINS 80 DEGRÉS. Il a fait froid dans la stratosphère. Résultat : notre couche d'ozone a bien fondu.

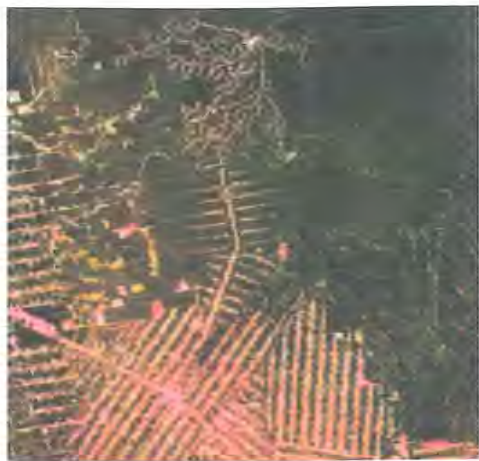
« La valeur moyenne au-dessus d'Uccle en janvier est de 325 DU ce qui correspond à une épaisseur de 3,25 mm dans des conditions standards de pression et de température. Mais mercredi, cette épaisseur a chuté à environ 260 DU dans l'après-midi », explique-t-on à l'IRM.

« Le sondage d'ozone de mercredi après-midi réalisé par ballon montre très clairement le lien de la diminution d'ozone avec la température qui atteignait -80°C à l'altitude de 20 km. Ce type de situation est particulièrement rare au-dessus de nos régions contrairement aux régions polaires où elles occasionnent la destruction des molécules d'ozone en grande quantité », précise M. De Backer. « En ce qui concerne notre santé, il n'y a rien à craindre », rassure-t-il. « En hiver, le Soleil reste bas sur l'horizon, ce qui limite le risque d'exposition aux ultraviolets. De plus, nous sommes en hiver, tout le monde sort bien couvert ».

Extrait du journal *Le Soir* du 20 janvier 2006.

2.2. L'homme, par ses activités, modifie son territoire

a) La déforestation



Cette image Landsat en fausses couleurs nous montre la déforestation au Brésil. En foncé, la forêt originelle, en couleurs claires, les zones défrichées. Selon une estimation, chaque année, 2,5 à 3,5 millions d'hectares de forêts seraient détruits dans le bassin de l'Amazone.

À l'échelle de la planète, les forêts tropicales jouent un rôle essentiel à l'égard de l'atmosphère car, en croissant, elles prélèvent du carbone qu'elles mettent en réserve. Or, lorsqu'elles sont abattues et brûlées, ce carbone est libéré dans l'atmosphère sous forme de gaz carbonique, dont le taux, d'après les estimations, a déjà augmenté de 5 à 20 %. (...) Le remplacement des forêts pluviales par des prairies élèvera l'albédo

terrestre, car davantage de lumière solaire sera réfléchi vers l'espace par cette couverture végétale différente, ce qui impliquera, dans le cycle hydrologique, des variations spectaculaires. Évapotranspiration, nébulosité, précipitations et ruissellement s'en trouveront également modifiés; or tous ces paramètres ont une grande portée climatique. En

outre, l'évolution de la configuration du sol (passage de la futaie à la prairie et aux broussailles rases) modifiera la vitesse des vents, et donc aussi bien la température que le rayonnement thermique superficiel.

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, pages 144 et 145.

b) L'urbanisation croissante

« L'île » thermique urbaine

En ville, la flore est remplacée par des immeubles qui créent un nouveau relief, modifiant l'écoulement éolien, et constituent des canyons de brique et de béton. L'asphalte des artères et des parkings absorbe davantage le rayonnement solaire que le sol nu, d'où une quantité supérieure de chaleur emmagasinée le jour et dégagée la nuit. Cela freine le refroidissement superficiel et maintient une température élevée, entretenue par la grande quantité de carburants fossiles et d'électricité consommée, d'où l'importante émission d'agents polluants.

Modifications climatiques

Les grandes villes sont considérablement plus chaudes que leurs environs, de 10°C parfois, notamment par les nuits calmes et claires. Ces écarts thermiques s'estompent quand la vitesse du vent dépasse 24-36 km/h, car il brasse l'air et l'empêche de stagner. D'autres agents climatiques subissent moins fortement l'influence de l'urbanisation. Si la vitesse du vent diminue en ville, les précipitations n'augmentent que légèrement. Les tours peuvent créer de désagréables tourbillons éoliens si elles n'ont pas été conçues en fonction de ce problème aérodynamique, et leurs parois imperméables accélèrent le ruissellement de la pluie, accentuant le risque de graves inondations en aval des villes.

Mais, dans la vie citadine, le plus grand danger vient de l'accumulation, par temps calme et ensoleillé, des polluants atmosphériques qui atteignent des taux élevés en permanence ; citons le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les macro-particules. Selon une analyse récente, faite en Grande Bretagne, la pollution atmosphérique entraîne 24 000 décès annuels dans le pays. L'ozone, produit lorsque la lumière solaire réagit avec les gaz d'échappement des véhicules pour former un brouillard enfumé photochimique, provoque 12 500 décès prématurés chaque année, et le dioxyde de soufre, 3 500. Toutefois, les 8 000 décès restants, dus aux infimes particules en suspension - émises en majeure partie par les moteurs diesel, longtemps considéré comme le meilleur carburant - sont peut-être les plus alarmants. La solution réside aujourd'hui dans une amélioration des pots d'échappements catalytiques.

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, pages 114 et 115.

2.3. L'empreinte écologique

Un pied trop lourd pour la planète

Le rapport « Planète vivante » du WWF montre que l'homme vit bien au-dessus des moyens de la Terre. Avec pour conséquences d'importants changements climatiques.

Nouveau cri d'alarme du rapport Planète vivante. Sale temps pour la planète. Le rapport Planète vivante, publié ce mardi par le World Wildlife Fund for nature (WWF), nous montre à nouveau que l'impact des activités humaines sur l'environnement ne s'améliore pas. Que du contraire, l'empreinte écologique de l'humanité a encore augmenté depuis deux ans. « *Les nouvelles ne sont pas bonnes*, explique James Leape, directeur général du WWF international. *Nous utilisons plus les ressources de la planète qu'elles ne peuvent se renouveler. Notre rapport 2006 indique que notre impact a triplé depuis 1961. A présent, l'empreinte écologique de l'humanité excède de 25 % la capacité du monde à se régénérer.* »

En clair, l'homme vit au-dessus des moyens de la Terre. Et la Belgique n'a pas de quoi être très fière à ce niveau : notre pays est le treizième au hit-parade mondial de la plus forte empreinte écologique. Si chacun des 6 milliards d'êtres humains vivait comme à Bruxelles, plus de trois Terres seraient nécessaires pour combler ces besoins. De la même manière, il faudrait cinq planètes si l'humanité devait imiter le mode de vie américain. A l'opposé, certains pays très pauvres ont une empreinte inférieure à une planète (voire infographie ci-dessous). Selon les tableaux des experts de l'organisation non gouvernementale, seul Cuba posséderait un niveau de développement humain (niveau des soins de santé, d'éducation et de couverture sociale) acceptable pour la population et une empreinte écologique soutenable...

« *Cela ne veut évidemment pas dire que la Belgique, demain, devra ressembler à Cuba*, explique Geoffroy De Schutter, responsable de projet au WWF. *L'intérêt majeur du calcul de l'empreinte réside dans la prise de conscience des consommateurs par rapport aux produits qu'ils décident d'acheter ou à la façon dont ils utilisent l'énergie.* »

La consommation de cette énergie (essentiellement du pétrole, du gaz et du charbon...) représente la moitié de notre empreinte. Et elle est présente partout, cette énergie : pour nous chauffer, nous déplacer quotidiennement ou fabriquer le dernier lecteur portable à la mode. Des choix prioritaires importants en matière énergétique permettront donc de réduire cette empreinte afin d'atténuer l'importance des changements climatiques. Le réchauffement actuel est en effet dû à l'augmentation croissante des émissions de gaz liés à la combustion de l'énergie que l'homme relâche dans l'atmosphère. Mais ces choix d'aujourd'hui (production de voitures moins gourmandes, d'énergies renouvelables, produits bio...) ne porteront leurs fruits qu'à très long terme. Le rapport établit que si des changements importants sont décidés aujourd'hui afin de mieux protéger l'environnement, il faudra attendre 2080 pour que l'humanité et la Terre soient réconciliées.

CHRISTOPHE SCHOUNE

In « Swarado » du mardi 24 octobre 2006, 10:49

Le tour du monde en 80 plats

CARTE BLANCHE de Pierre Ozer, Chargé de recherche à l'Université de Liège

Si certains restaurants se sont spécialisés dans les cuisines du monde, j'aime pour ma part convier mes amis à faire le tour du monde en un repas. Non que les recettes soient délicates, exotiques ou recherchées, je suis assez piètre cuisinier, mais parce que les produits de base anodins proviennent d'endroits où je ne mettrai jamais les pieds durant ma trop courte existence.

Ainsi, commençons par cette entrée classique, la tomate crevettes. Le légume rouge nous vient du Maroc et les crevettes du Danemark. Rien d'étonnant ? Peut-être, sinon que les crevettes, une fois pêchées dans les eaux scandinaves sont directement acheminées au Maroc d'où, une fois décortiquées à moindres frais par une main-d'œuvre bon marché, elles retournent au Danemark avant d'être déposées par camion dans mon hypermarché. Pour renforcer un tantinet le goût de ce plat, j'arrose le délicat produit de la mer de quelques gouttes de citron uruguayen. Là-dessus, je ne peux que suggérer à mes convives un bon Chardonnay australien bien meilleur marché qu'un excellent Bourgogne hors de prix. Et voilà, quatre produits, quatre continents explorés.

Passons au plat de consistance J'hésite longtemps, le kangourou australien, le springbok - cette belle antilope - de Namibie et l'agneau de Nouvelle-Zélande. J'opte finalement pour le bœuf argentin probablement influencé par « la grande promotion du jour » de mon grand magasin qui titre « un effet bœuf ! ».

Je l'accompagne de pommes de terre vapeur israéliennes, seule origine offerte en rayon pour les patates les « bio », et de pois mange-tout en provenance directe du Kenya. Je suppose que ces derniers sont extraplats puisque des haricots provenant du même pays sont, nous dit-on, tout simplement introuvables en Europe car ils sont pour leur part extrafins. Evidemment, je n'hésite pas une seconde à mentionner ce détail à mes invités tout en taisant que 60% de la population kenyane vit avec moins de deux dollars US par jour. Et le vin me direz-vous ? Rien de tel qu'un bon rouge argentin pour une bonne viande argentine. Non, mettons-en trois car; à l'achat de deux bouteilles, la troisième était gratuite. Trois bouteilles pour moins de dix euros, quelle aubaine !

Mon épouse, complice, se charge du dessert tant attendu. Une salade de fruits. Dans un récipient, elle arrive à faire cohabiter des aliments frais de toutes les couleurs et de tous les continents : kiwis de Nouvelle-Zélande, litchis thaïlandais, fraises israéliennes, oranges uruguayennes, bananes péruvienne, pommes des Etat-Unis, pamplemousses sud-africains, et un petit citron sicilien ! Nous ne manquons pas de souligner à nos amis que les bananes proviennent du commerce équitable.

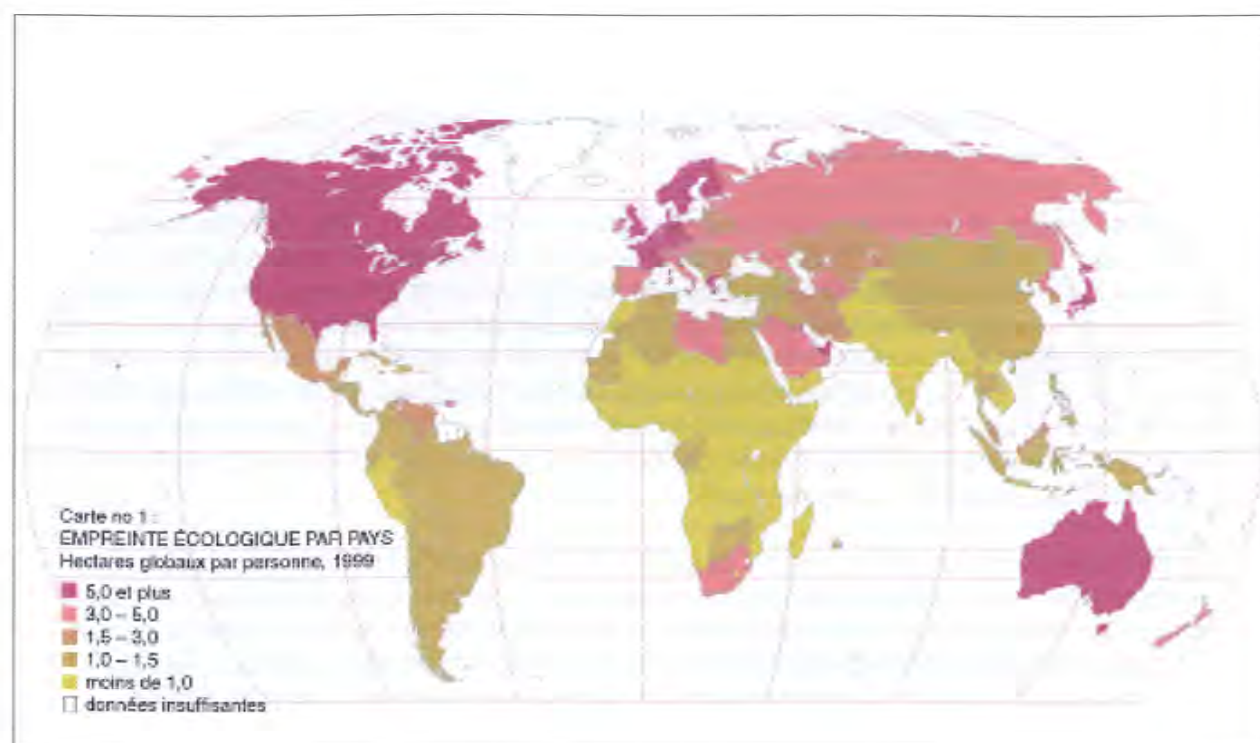
Ce repas a été réellement concocté, il y a peu. La majeure partie de ces produits proviennent d'endroits tellement lointains qu'ils doivent être acheminés par camion à un aéroport, puis par avion quelque part en Europe, puis en camion encore vers un lieu de vente impersonnel, en direction duquel nous nous rendons avec notre propre véhicule pour nous les approprier. Ainsi, si nous cumulons les distances parcourues par ces marchandises périssables depuis leur lieu de production jusqu'à notre assiette, nous obtenons un total de 135.000 kilomètres, plus de trois tours du monde ! Je m'interroge donc sur les dires de Christian de Cannière, coprésident d'un important lobby européen d'importateur en fruits, légumes et primeurs, qui argumente pour la défense des fruits et légumes en toutes saisons (Le Soir, 18 août 2005) : *Vous ne me ferez pas croire que ces camions et ces cargos (et ces*

avons) contribuent de manière essentielle ... à la production de gaz à effet de serre ! À vrai dire, je suis même bouleversé sachant que les transports représentent près du quart des émissions mondiales de CO₂ fossile, et que leur part ne fait qu'augmenter. Une nouvelle indication sur l'étiquette de toute marchandise vendue devrait permettre au consommateur de savoir quelles émissions de gaz à effet de serre ont été nécessaires à sa production, son transport et son emballage (encore trop souvent en plastique).

Et les nuisances sonores autour, des aéroports ? Et ce trafic routier chaotique dû à tous ces camions ? Et lorsqu'il insiste « Ces produits répondent à la demande incontournable des consommateurs... », je suis en droit de me demander qui a induit ce besoin car nos parents ne consommaient pas ces aliments et même parfois ne connaissaient pas leur existence à notre âge.

Quant au fait de ne pas compromettre l'amélioration des conditions de vie dans les pays en développement, j'ose espérer qu'il dit vrai car si l'importation des haricots kenyans s'apparente à celle des perches du Nil, une version bis du « Cauchemar de Darwin » risque de s'annoncer dans les salles obscures...

In « Le Soir » du 30 août 2005.



Carte du W.W.F.

Le jean

La vie d'un jean commence dans les champs de coton et se termine à la déchetterie. Entre ces deux étapes, c'est l'environnement qui trinque.

600 grammes : c'est le poids du pantalon retenu par l'Agence de développement et de maîtrise de l'énergie (Ademe) pour son enquête. Objectif : dresser le bilan environnemental d'un jean depuis sa naissance jusqu'à sa destruction. L'essentiel se joue lors de la première étape, dans les champs de coton d'Ouzbékistan, d'Inde ou d'Égypte. L'utilisation d'eau, d'engrais, de pesticides ou de défoliants, ainsi que le recours aux engins agricoles génère 60 % de l'impact environnemental total du pantalon. C'est lors de ce stade de fabrication, explique Nadia Boeglin, directrice du département éco-conception à l'Ademe, que "l'éco-toxicité des eaux est la plus élevée".



Direction l'Égypte ensuite, où le coton doit être filé et ennobli avant de prendre la route du Maroc pour la fabrication de la toile. Ces deux étapes, affirme l'Ademe, ont peu d'effet sur l'environnement. Le jean est ensuite transporté en bateau et/ou en camion avant de prendre sa place dans les rayons des magasins. Débute alors la phase "d'utilisation" pendant laquelle ce vêtement va être porté une fois par semaine et lavé en machine au bout de trois usages. Cette période d'environ quatre ans s'achèvera - pour un jean sur deux - directement dans la poubelle. Comment réduire cet impact ? Acheter des vêtements issus de l'agriculture biologique, utiliser un lave-linge à faible consommation, doser correctement sa lessive... permettent selon l'Ademe de réduire de 20 % ses émissions de gaz à effet de serre. Un très bon début.

Par Alioune Zergal, Cire (illustration). In <http://www.terra-economica> (12 octobre 2006)

Entretien avec Yann Arthus-Bertrand (extraits)

- (...)D'où la difficulté à faire comprendre qu'il faut changer la façon de consommer...
- Fondamentalement, l'homme n'a rien fait de mal en se développant, en souhaitant acquérir deux maisons et trois voitures. À certains égards, on vit même dans un monde qui n'a jamais été aussi parfait par rapport aux conditions de vie de nos ancêtres. Mais on est toujours à vouloir plus. Or, la situation actuelle doit nous amener à comprendre que le moins peut être l'ami du mieux. Ce n'est pas facile, surtout quand on est dans la difficulté. Chacun va devoir intégrer que les émissions de l'énergie que nous consommons vont devoir être divisées par quatre avant 2050 pour limiter le réchauffement planétaire à deux degrés, ce qui est un seuil critique. C'est énorme et cela nous confronte à la contradiction du monde actuel mondialisé basé sur les échanges et une consommation effrénée d'énergies fossiles. On peut faire aussi bien avec moins. Il faut le décider, l'accompagner. Cela devra être accepté et ne pas être considéré comme une punition par la population. Pour le moment, ce message est écouté mais pas entendu.

- (...) **La population occidentale cerne encore mal le danger de ce réchauffement...**
- Le réchauffement est fait par les riches et ce sont les pauvres qui vont en souffrir le plus. Les réfugiés environnementaux vont augmenter au cours de ce siècle et leur afflux massif pourrait nous amener à reconsidérer d'une manière brutale nos modes de vie. Un sixième de l'humanité vit aujourd'hui d'une façon insupportable à accepter pour les pauvres qui n'ont qu'une envie: vivre comme nous! C'est là tout le paradoxe du développement.
- **Le juste partage des ressources est au cœur du problème climatique et de l'empreinte écologique...**
- L'exemple de l'agriculture me frappe. On fait du maïs en France, très subventionné, mais qui n'est pas spécialement adopté à nos climats. Ces céréales, dont on envoie les excédents en Afrique, servent à nourrir des animaux alors que huit cents millions de personnes crèvent de faim dans le monde. Ici, on produit deux cent à trois cents fois plus à l'hectare alors que dans le sac de céréales en Afrique, il y a deux cents fois plus d'heures de travail. Mais les Américains vendent leur coton ou leur maïs tellement peu cher qu'ils tuent les marchés locaux. Mais on cultive des haricots au Kenya que l'on envoie par avion ici. L'énergie liée au transport de ces légumes est plus importante que celle dépensée pour les cultiver ! Il faut repenser de fond en comble certains mécanismes pervers. Seule une prise de conscience collective provoquera le changement vers un développement durable.

Entretien réalisé par Christophe Scoune
D'après le journal *Le Soir* du 23 octobre 2006.

2.4. Un système qui s'auto-alimente ?

La menace de l'emballement

En modifiant les équilibres naturels, le réchauffement global pourrait désormais s'alimenter lui-même. Jusqu'où ? Telle est la question...

Des milliards de tonnes de carbone sont stockées sur Terre : dans le sol gelé des régions polaires, les forêts tropicales, les océans ou les sédiments sous-marins. Mais aujourd'hui, l'équilibre de ces gisements est menacé par la montée progressive des températures. Et si jamais cette masse de carbone est libérée, le réchauffement climatique deviendra explosif.

Les 6 bombes à retardement qui risquent d'amplifier le réchauffement :

Le permafrost

Sol gelé en permanence. Sa fonte libère du CO₂ en raison de la reprise de l'activité biologique. Or, il pourrait perdre de 15 à 30 de sa surface d'ici à 2050 en raison du réchauffement près des pôles.

Les tourbières

Sols spongieux. Lorsqu'ils s'assèchent, la matière organique qui était protégée par l'eau est exposée à l'air, et devient la proie des bactéries qui la dégradent en émettant beaucoup de dioxyde de carbone.

Activités humaines

Utilisation à grande échelle des énergies fossiles. Les activités humaines sont le principal moteur du réchauffement, elles atteignent 7 Gt par an. Or, ce chiffre devrait doubler dans les cinquante prochaines années.

Les clathrates

Cristaux instables du fond des mers. Ils risquent, sous l'effet du réchauffement, de se désagréger et de libérer de grandes quantités de méthane, un puissant gaz à effet de serre.

Les océans

Un quart de nos émissions de CO₂ se dissout dans l'océan. En se réchauffant, l'eau perd en partie sa capacité à dissoudre le CO₂, qui reste alors dans l'atmosphère.

La végétation

Jusqu'ici, l'activité humaine a accéléré la croissance végétale, ce qui absorbait le CO₂. Mais demain, chaleur, sécheresse et déforestation pourraient inverser la tendance.

Adaptation d'après *Sciences et Vie* n°1061, février 2006, pages 56 et 57.

3. Quelles sont les conséquences prévisibles d'un réchauffement ?

Un réchauffement de quelques degrés peut paraître négligeable, mais il faut rappeler qu'au maximum de la dernière glaciation la température n'était inférieure à l'actuelle que de 4 à 5°C en moyenne. De plus, ce réchauffement ne serait pas réparti uniformément à la surface du globe: tous les modèles prévoient un réchauffement plus marqué dans les régions polaires. Parmi les conséquences, on peut craindre une élévation du niveau de la mer de 30 cm à 1 m pour la fin du siècle prochain, non seulement par la fonte partielle des glaciers, mais aussi par une augmentation du volume des océans résultant de leur réchauffement. La végétation et les zones agricoles seraient également affectées, un degré de réchauffement suffisant à déplacer les zones de végétation de près de 100 km.

Cependant, il est aujourd'hui impossible de prévoir avec certitude l'amplitude de ce réchauffement ni de préciser où, quand et comment il se produirait. Les modèles utilisés représentent encore imparfaitement la complexité des processus mis en jeu, surtout la formation des nuages et le rôle de l'océan, ce qui incite les scientifiques à une certaine prudence.

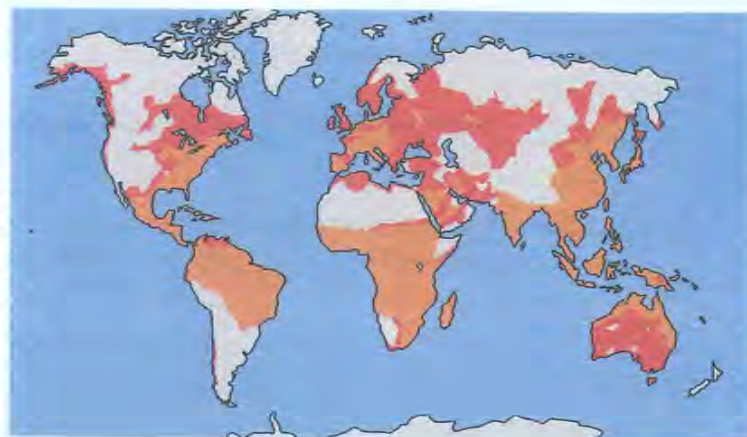
Extrait de l'Encyclopédie « Hachette Multimédia 2001 »

3.1. Climat et santé

Une étude de l'OMS a conclu que la conséquence la plus dangereuse du réchauffement général serait l'augmentation en nombre et en fréquence des canicules, sécheresses, tempêtes et inondations. Or, près de la moitié de la population mondiale (et le pourcentage s'élève encore) habite les villes où les effets des fortes chaleurs et de la pollution atmosphérique sont très fortement ressentis. Au XXI^{ème} siècle, nombre de grandes villes dans le monde pourraient voir apparaître, chaque année, plusieurs milliers de cas de pathologie liés à la chaleur. D'autre part, le dégagement de certains polluants atmosphériques (par exemple, les macroparticules émises par la combustion du diesel) augmenterait probablement la fréquence des troubles respiratoires comme le rhume des foies et l'asthme.

Toute élévation du niveau de la mer aurait également beaucoup d'effets néfastes : déplacement de populations, perte de terres cultivables, intrusion d'eau salée, pollution des réserves d'eau, modification de la répartition des maladies et élévation de la mortalité et des blessures dues aux inondations. On assisterait à d'autres bouleversements socio-démographiques liés aux pénuries d'eau douce et aux traumatismes du monde agricole.

L'exposition accrue au rayonnement ultraviolet engendrerait plus de cancers de la peau,



RÉPARTITION DU PALUDISME
 ■ Son étendue actuelle
 ■ Projection de son étendue à 2050

de lésions oculaires (cataractes) et un affaiblissement du système immunitaire. Mais paradoxalement, les bains de soleil ne devraient perdre qu'une partie de leur popularité car la connaissance des risques encourus est meilleure, et l'usage des crèmes à haut indice protecteur plus répandu. Toute baisse prolongée des taux d'ozone dans la haute atmosphère aggraverait encore les choses, bien qu'elle s'opère surtout sous hautes latitudes et au printemps (elle n'aurait donc aucun effet en été, sur les plages sous basses latitudes, si tant est que les taux d'ozone y soient en augmentation).

Microbes et virus

Récemment, on a noté des variations majeures dans la répartition du paludisme, de la dengue (ou fièvre rouge) et de l'encéphalite (transmis par moustiques et tiques), de la peste et du syndrome pulmonaire à hantavirus (rongeurs) et de la maladie de Lyme (tiques). Durant les 20 dernières années, on a observé le retour prononcé du paludisme. On pense que le réchauffement et l'augmentation des précipitations régionaux ont engendré une hybridation accrue des moustiques infectés, leur migration, et ont donc facilité la propagation de la maladie. Durant le prochain siècle, le réchauffement général pourrait faire augmenter de 50 à 80 millions le nombre annuel de cas de paludisme. Le virus de la peste est également véhiculé par les moustiques, or l'élévation des températures accroît non seulement le nombre d'insectes mais aussi la fréquence de leurs piqûres et donc le pourcentage de ceux infectés. En outre, lors des inondations dans les zones tropicales côtières, le choléra est plus facilement propagé : les eaux usées déclenchent une prolifération des algues porteuses de son agent pathogène, et l'eau potable est ainsi contaminée.

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, pages 178 et 179.

Préparer les nouvelles pestes

INOFFENSIVE POUR L'HOMME, la maladie de la langue bleue préfigure d'autres épidémies pour le professeur Pastoret.

- Comment expliquer l'apparition subite de la maladie de la langue bleue en Belgique ? Est-ce dû au réchauffement et donc à l'extension de la zone d'activité de l'insecte incriminé ?
- Ce n'est pas clair. Le virus est présent depuis quelques années dans le bassin méditerranéen. Mais il n'y a pas eu de progression logique vers le nord, si bien que le saut entre le sud de l'Europe et nos régions est difficile à expliquer. C'est la raison pour laquelle je pense que l'apparition du virus s'est opérée suite à un transport d'animaux infectés. Il est probable que certaines espèces indigènes de « culicoïde », l'insecte vecteur du virus, n'étaient pas connues comme étant vecteurs et se soient dès lors révélées au contact de ces animaux infectés.
- Doit-on, d'une manière plus générale, craindre pour l'homme l'apparition de nouvelles maladies avec le réchauffement climatique ?
- *Nous assistons à un phénomène global implacable. Le nombre de maladies découvertes dans des pays du Sud et qui remontent vers le nord est en augmentation.*

On connaît bien entendu le cas spectaculaire de la grippe aviaire, mais d'autres maladies ont fait des ravages ces dernières années. Le virus « West-Nile », transmis

par les moustiques aux oiseaux, a engendré de nombreuses pertes de vies humaines aux Etats-Unis voici trois ans. Plusieurs milliers de chevaux ont été également atteints par ce virus et plusieurs cas ont été recensés en Camargue.

Entretien réalisé par C. Schoune
Extrait du journal *Le Soir* du 22 août 2006.

3.2. L'élévation du niveau de la mer

On pense que, durant le XX^{ème} siècle, le niveau de la mer s'est élevé d'environ 18 cm mais, en réalité, entre 10 et 25 cm, il est difficile d'être plus précis. Cette élévation, d'après des évaluations basées sur les modèles informatisés de l'interaction atmosphère océans, serait due au réchauffement général (4 cm provenant de la fonte des glaciers et des calottes polaires, et 2 à 6 cm du réchauffement seul), intervenu pendant les 100 dernières années, en raison de l'expansion thermique des océans.

D'autres facteurs tels que les variations de masse des inlandsis antarctiques et groenlandais, le pompage des nappes phréatiques à des fins agricoles et les variations de volume des lacs et mers intérieures peuvent avoir modifié le niveau de la mer. Mais même en tenant compte de ces paramètres, on ne peut expliquer que pour moitié cette élévation.

Elévations futures

(...) Durant une grande partie du XXI^{ème} siècle, l'élévation du niveau de la mer dépendra donc non seulement de l'expansion thermique des océans mais aussi de la fonte des calottes glaciaires et des glaciers sous basses latitudes. Si le réchauffement prévu se poursuit après 2100, la fonte des inlandsis groenlandais et antarctiques posera problème. D'après la dernière évaluation, prudente, le niveau de la mer, en 2100, montera de 17 à 49 cm (probablement de 27 cm).

D'après W. J. Burroughs, *Les encyclopédies du naturaliste, l'encyclopédie du climat*, éditions Delachaux et Niestlé, Suisse, 2000, pages 182 et 183.

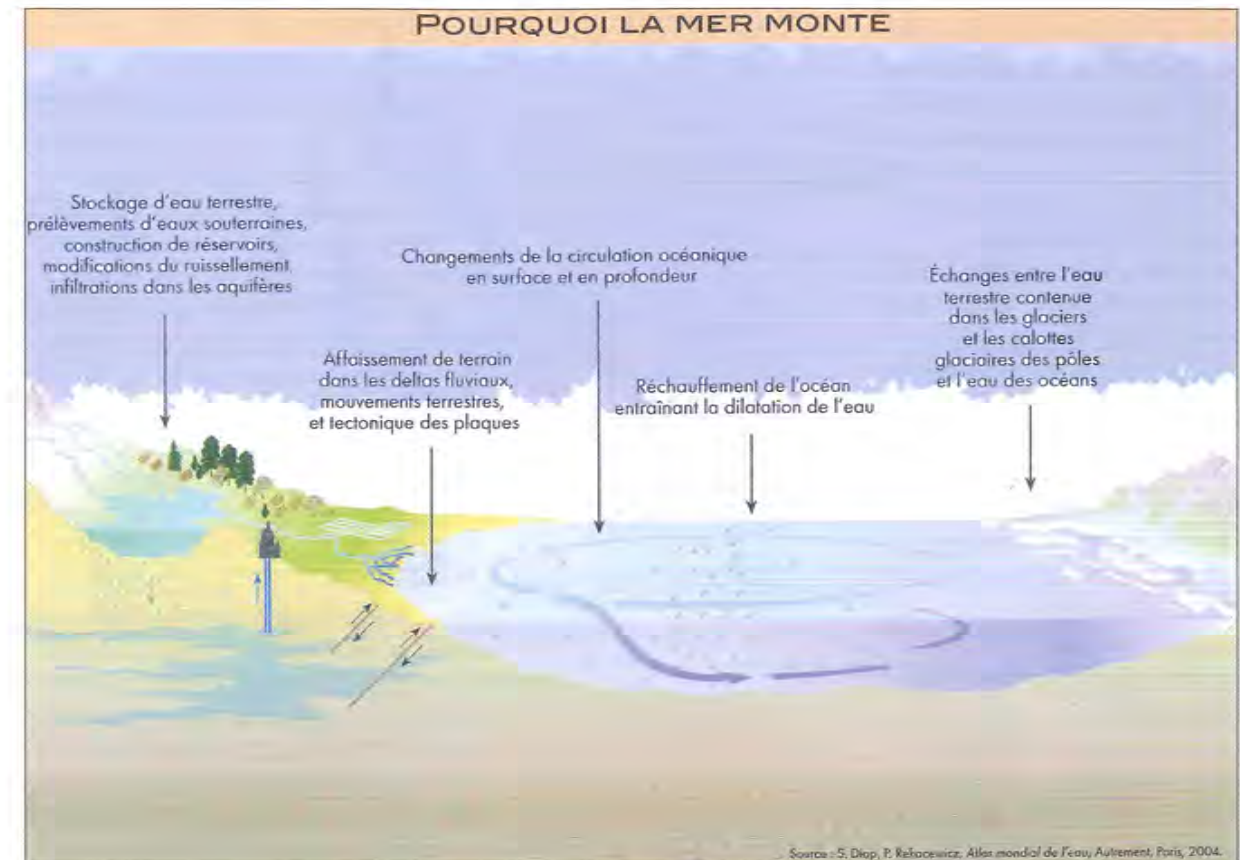
La hausse du niveau des océans

Le niveau et la température moyens de la mer ne cessent d'augmenter depuis un siècle. Si divers phénomènes naturels peuvent expliquer des variations locales, l'augmentation constatée à l'échelle du monde est due essentiellement au réchauffement global de la planète. À cause de la grande inertie thermique de l'océan et de la lenteur de la fonte des glaces, on s'attend à ce que cette montée des eaux se poursuive pendant des siècles, même si le réchauffement était rapidement maîtrisé.

L'eau chauffe

Le monde occidental ayant équipé ses bateaux de dispositifs de mesure et parsemé ses littoraux de stations marines depuis le dernier quart du 19^{ème} siècle, les océanographes sont donc en mesure d'affirmer que la température de la surface des mers a augmenté de 0,6 °C ± 0, 1 °C) depuis les années 1890. En réalité, une courte période de refroidissement s'est intercalée entre le réchauffement noté en 1910-1945 et la phase actuelle qui a démarré au début des années 1970. Cependant, de grandes disparités existent entre les mers formant les océans, liées aux courants et aux climats locaux. C'est ainsi qu'en Europe, l'évolution moyenne de la température des eaux de surface n'a pas été constatée pour les mers boréales : l'influence des courants et des vents arctiques et celle, plus forte qu'ailleurs,

de la dérive nord-atlantique, expliquent probablement cette « correction ». En revanche, l'Atlantique Nord et surtout la Méditerranée affichent des hausses élevées (plus de 0,5 °C depuis 1890).



... et monte

Le niveau moyen de l'océan mondial a augmenté selon les régions de 10 à 25 cm depuis un siècle, avec une accélération depuis le début des années 1950. Comme les marées, ce phénomène dépend étroitement du découpage des côtes et de la topographie sous-marine: si la hausse du niveau moyen n'est que de 0,8 mm par an à Brest, elle atteint 3 mm par an à Narvik (Norvège). L'augmentation de la température des eaux de surface entraîne une dilatation de l'eau, laquelle «monte» puisque les dimensions horizontales de ses bassins sont contraintes par la forme des continents. De plus, le réchauffement global provoque la fonte de certaines glaces de terre, qui finit par apporter de l'eau supplémentaire. Par contre, la fonte de glaces flottant dans la mer ne change pas son niveau: grâce au principe d'Archimède, l'eau fondue occupe un volume égal au volume immergé de l'iceberg. D'autres phénomènes peuvent provoquer une élévation locale du niveau de la mer: les mouvements verticaux des continents, réguliers depuis la fin de la dernière ère glaciaire (allégés du poids des glaciers, les continents « remontent »), des changements dans les routes et les intensités des vents et des courants dominants ou une augmentation de la sédimentation, par exemple. Mais de nouvelles méthodes d'investigation (notamment l'altimétrie spatiale) ont permis de montrer qu'il existait bien un phénomène d'ampleur mondiale.

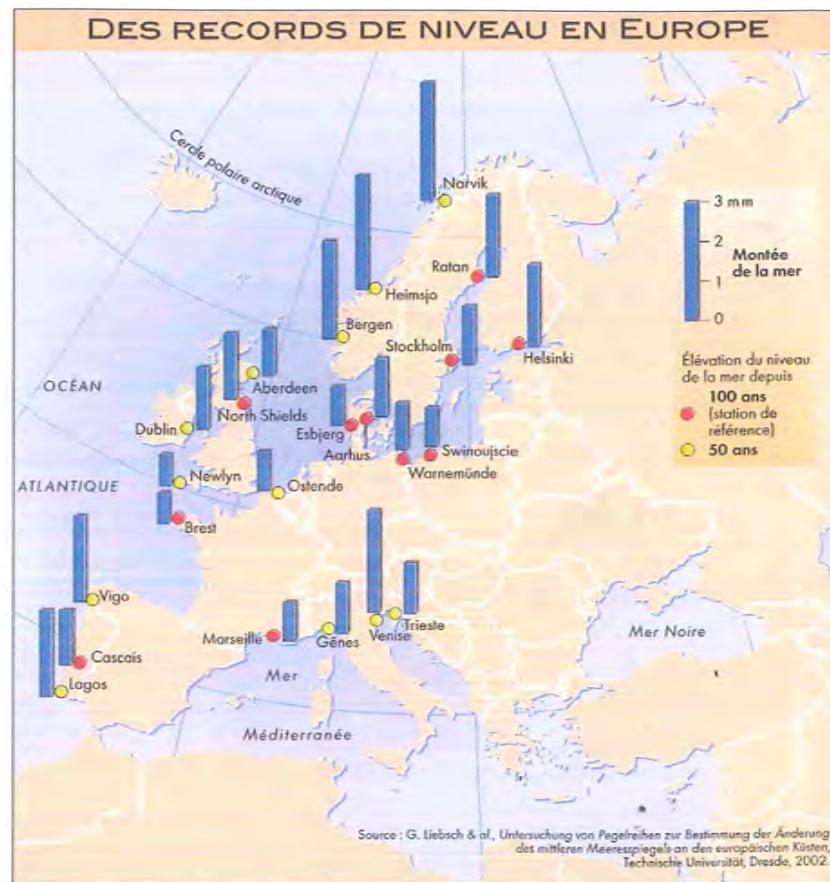
L'eau de mer est partie à l'assaut des littoraux pour des siècles.

Beaucoup d'hommes vont devoir gagner l'intérieur des terres ; les îles et atolls bas disparaîtront entièrement et des cités seront à rebâtir. En imprégnant le soi, l'eau salée contaminera aussi des nappes phréatiques. Elle recouvrira nombre de biotopes amphibies, importants pour la protection des rivages. Plus inquiétant: la capacité d'absorption du dioxyde de carbone par les océans semble baisser d'autant plus vite qu'ils se réchauffent. L'océan mondial parviendra-t-il à saturation ? Il deviendrait alors pour très longtemps une source de carbone...

Jusqu'où la mer va-t-elle monter ?

Les océans répondront doublement à l'augmentation de la température moyenne du globe. Tout d'abord en se dilatant, ensuite parce que la fonte des glaciers et des calottes glaciaires leur apportera une quantité d'eau supplémentaire. Le réchauffement affectant les couches de plus en plus profondes, la dilatation prendra du temps. La fusion des glaces, plus lente, allongera encore le processus qui pourrait durer au total plus d'un millénaire. Même si la température moyenne du globe se stabilisait en 2100, la surface des mers continuerait donc à s'élever durant les siècles suivants. Les différents scénarios indiquent que, en 2100, l'élévation moyenne du niveau des eaux de mer sera comprise - dans l'état actuel des modèles climatiques - entre 11 et 90 cm. L'impact de la fusion des calottes polaires atteindrait un maximum de... 80 m, dans l'hypothèse hautement improbable où elles fondraient complètement.

D'après DENHEZ Frédéric, *Atlas de la menace climatique, Le réchauffement de l'atmosphère : enjeu numéro un de notre siècle*, éditions Autrement, collection Atlas/monde, Paris, pages 38, 39 et 54.



3.3. Et en Belgique ?

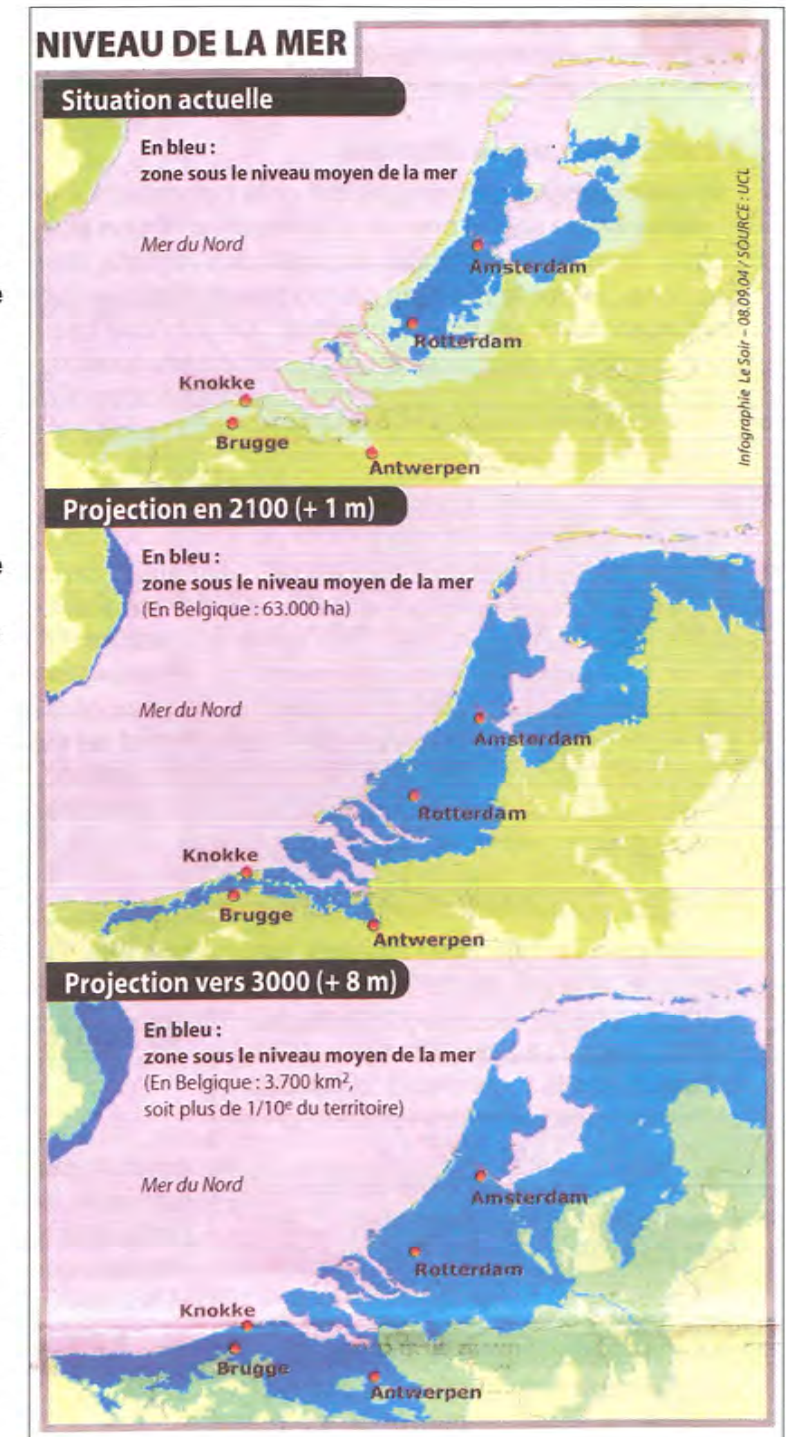
La Flandre, les pieds dans l'eau en 3000

TEMPERATURE : Vagues de chaleur

Basée sur les projections du groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques (Giec), l'élévation de la température moyenne en 2100 dans notre pays, par rapport à la fin du XXe siècle, serait comprise entre 1,7° et 4,9° en hiver et 2,4° à 6,6° l'été. Les hivers froids vont progressivement disparaître en Belgique et la couverture nuageuse augmentera. En été, la probabilité de vagues de chaleur sévères, comme celle de l'été 2003, augmenterait significativement, note l'étude. Il est très probable que nous assisterons à des épisodes de pluies intenses plus fréquents. En ce qui concerne les tempêtes, les incertitudes sont importantes, mais il est possible que leur intensité et/ou leur fréquence augmentent.

INONDATION : Montée des eaux

Aspect sans conteste le plus spectaculaire, l'impact hydrologique des changements climatiques en Belgique a été relativement peu étudié jusqu'à présent. Basée sur un scénario « moyen », donc non pessimiste, l'étude postule qu'une hausse d'un mètre du niveau de la mer en 2100 engendrerait l'inondation de 63.000 hectares de zones côtières (voir l'infographie). Dans mille ans, avec une hausse possible de 8 mètres, c'est plus du dixième du territoire belge, soit 3.700 kilomètres carrés, qui serait sous le niveau de la mer, note le chercheur Philippe Marbaix. On pourra essayer de gérer cette situation comme aux Pays-Bas par des projections appropriées, mais elle accroît de toute façon le risque d'inondation à grande échelle.



AGRICULTURE: Meilleure récolte de blé

La hausse des températures a tendance à faire baisser le rendement de la plupart des cultures, mais la concentration accrue de l'air en CO₂ a tendance à les augmenter. L'effet de ces tendances contradictoires varie selon les espèces. Globalement, en Belgique, tant que l'augmentation de température ne dépasse pas 3°, l'impact des changements climatiques serait positif pour certaines cultures, notamment le blé. Pas de panique, donc, à en croire l'étude : *Dans la limite des 3°, l'agriculture, en Belgique, dispose de larges possibilités d'adaptation qui permettent de faire face aux changements climatiques.* En fait, le facteur déterminant pour l'avenir de l'agriculture reste la politique agricole menée par les autorités.

FAUNE : Mésanges affamées

Les changements climatiques ont déjà commencé à influencer sur la diversité biologique. Certains effets sont d'ores et déjà observables en Belgique. On note ainsi la progression vers le nord de nombreuses espèces des régions chaudes : mollusques, libellules, fourmis, papillons... Pour le moment, la régression d'espèces de zones froides est moins évidente. Ce sont néanmoins les plus menacées. *On y trouve des poissons d'eau douce, comme l'ablette ou le gardon.* Les changements climatiques provoquent aussi des décalages dans les processus biologiques : *certaines chenilles éclosent plus tôt, ne trouvent pas assez à manger, car les arbres n'ont pas formé suffisamment de feuilles, et sont décimées, ce qui nuit ensuite aux mésanges.*

FLORE : Menaces sur les hêtres

Même scénario que pour les espèces animales : certains végétaux des régions chaudes progressent vers le nord : mousses, algues, lichens... En revanche, la flore typique des zones froides est menacée : *Les espèces d'arbres à longue durée de vie (chênes, hêtres et charmes) pourraient ne plus trouver chez nous un climat favorable à leur développement. Ils pourraient de plus souffrir de problèmes liés aux parasites et maladies, notamment s'ils sont affaiblis par des vagues de chaleur.* L'étude met en évidence les menaces sérieuses qui pèsent sur les rares écosystèmes naturels ou semi-naturels d'intérêt qui subsistent en Belgique. Les tourbières des Hautes-Fagnes pourraient ainsi disparaître dans les 20 à 50 ans à venir.

SANTE : Surt mortalité caniculaire

La canicule de l'été 2003 a causé, en Belgique, une sur mortalité de près de 1.300 cas parmi les personnes de 65 ans et plus. « Le Soir » l'avait annoncé dès le mois d'août 2003. Les autorités publiques n'ont reconnu la situation qu'en juin 2004. La fréquence de ce type d'été caniculaire risque pourtant de s'intensifier : *Ces étés pourraient devenir la norme avant la fin du siècle, générant une surmortalité constante.* Autre phénomène connu, en Belgique : l'augmentation du nombre de cas de maladie de Lyme, depuis le début des années 1990. Des chercheurs ont montré que la progression des tiques, vecteurs de cette maladie, était corrélée à l'augmentation des minima journaliers de température.

Dès lors, faut-il s'étonner que :

Bientôt une nouvelle plage à Middelkerke

Après l'aménagement, début 2004, d'une plage artificielle de 260.000 m² entre le casino et l'estacade d'Ostende, le ministère flamand des Travaux annonce un chantier similaire à Middelkerke, où la plage serait agrandie de 300.000 m². La plage sera élargie de 100 m, à marée haute, sur une longueur de 3 km. L'opération est menée dans le cadre des mesures de protection de la côte contre un éventuel débordement de la mer du Nord, dont le niveau augmente de plus d'un demi-mètre par siècle. Les travaux commenceront en principe au printemps 2005 et devraient être achevés pour le 1^{er} juillet. (E. S.)

D'après « Le Soir » du 21 septembre 2004.

TOURISME : Fini le ski de fond

L'ensoleillement est considéré comme essentiel pour le tourisme... *Mais une température moyenne plus élevée associée à plus de vagues de chaleur nuit à l'attractivité des pays méditerranéens, constate l'étude. A nos latitudes, un accroissement modéré des températures associé à un temps sec pourrait favoriser le tourisme. Il faudra toutefois compter avec la baisse du débit des rivières, en été, et avec la nécessité d'entretenir plus fréquemment les plages, en raison de l'érosion accrue. En hiver, la neige au sol serait de plus en plus rare, mais ciel gris et pluies ne feraient pas défaut.* Les plages flamandes pourraient s'adapter. En Wallonie, en revanche, loueurs de kayaks et de skis doivent s'attendre à des saisons de plus en plus difficiles.

D'après « Le Soir » du 8 septembre 2004

3.4. ... Et sur les territoires polaires ?**Les premiers réfugiés climatiques****Leurs maisons vont tomber dans l'eau**

Les 600 habitants du village de Shishmaref, en Alaska, sont condamnés à l'exil. Balayées par des tempêtes de plus en plus violentes, les côtes de leur île reculent inexorablement

octobre 2004 où une tempête s'est abattue sur le village de Shishmaref, au nord-ouest de l'Alaska. En cinq heures, elle a dévoré la bande côtière sur 6 mètres de large, rétrécissant

Guy-Pierre Chomette In « GEO », n°315, mai 2005, page 42

Près de 150 millions de réfugiés climatiques d'ici 2050

Lors de la dernière conférence internationale sur le réchauffement climatique qui s'est tenue à Exeter, en Grande-Bretagne, début du mois de février 2005, la communauté scientifique a affirmé pour la première fois que « *les impacts du changement climatique peuvent déjà être observés* ». Avec comme conséquences catastrophiques pour les populations des nombreux pays qui n'auront pas les moyens de s'en protéger. « *Près de 150 millions de réfugiés du climat pourraient être déplacés d'ici 2050* », a même affirmé Rajendra Pachauri, président du GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat). Déjà les quelque 10000 habitants de l'archipel des Tuvalu, en Océanie, recherchent une terre d'accueil pour échapper à la montée des océans. En Chine, l'extension du désert de Gobi menacerait 27 millions de personnes. Entre autres... Après les réfugiés politiques et les réfugiés économiques, voici venir les réfugiés climatiques. Avec, en corollaire, la très délicate question de leur statut international qui, pour le moment n'a pas été défini par l'ONU.

Guy-Pierre Chomette In « GEO », n°315, mai 2005,



La glace ne protège plus la côte et les maisons contre la force des vagues. Selon les experts, la température a augmenté de 2,4°C depuis 50 ans en Alaska, entraînant une fonte de 30 % de la banquise.

Shishmaref, le village qui fond

Les 600 habitants de ce village de l'Alaska vivent un cauchemar. Chaque année, la mer grignote leurs terres, leurs maisons. Ils seront bientôt les premiers réfugiés du réchauffement de la planète.

mercredi 19 janvier 2005.



Tony Weyiouanna a un peu mal au pied droit, résultat d'une mauvaise entorse. Mais, la tête couverte d'une chapka faite de peaux de phoque et de castor, il descend bravement les gros rochers enneigés de la digue, dans le froid et le silence. Il fait maintenant quelques pas prudents sur les vagues de la mer de Chukchi. « L'océan a gelé la semaine dernière, la glace est encore fine. Autrefois, ça gelait fin octobre. C'est ça, le réchauffement », dit



l'Esquimau.

Nous sommes le 19 décembre, dans le village inupiak de Shishmaref, posé sur une petite île large de moins de 1 kilomètre et longue de 4,5. Un village isolé, sans eau courante, qu'on ne peut joindre que par un tout petit avion depuis Nome, la ville la plus proche, à 200 kilomètres au sud. Il est midi, le jour vient de se lever, pour quelques maigres heures. Tony Weyiouanna désigne une vague figée dans la glace, à 100 mètres au large : « Vous voyez ce point sombre. Eh bien, quand j'étais gosse, la plage allait jusque-là. »

La plage : tous les villageois l'évoquent avec nostalgie. Un immense terrain de jeu. On y jouait au base-ball. Ou au « foot esquimau », avec des équipes pouvant aller jusqu'à cinquante personnes. Il y a une cinquantaine d'années, l'avion se posait dessus, c'est dire si elle était large. Elle a complètement disparu, mangée par les vagues. Et celles-ci s'attaquent maintenant au village lui-même. La digue vient d'être posée pour protéger la maison des professeurs de l'école seuls Blancs du village avec le pasteur. « Ils ont déjà été évacués deux fois, cette année et l'an dernier. Si leur maison n'est pas déplacée, elle est bonne pour la prochaine tempête », dit Weyiouanna, un homme placide de 45 ans. Il sait de quoi il parle : responsable des transports du village, c'est lui qui surveille l'érosion de l'île, et qui s'occupe du déplacement des maisons, lorsqu'elles sont trop menacées.

Pour les quelque 600 personnes qui vivent ici, le changement climatique de la planète n'est pas un concept lointain. C'est leur cauchemar immédiat. A cause de lui, l'hiver et sa banquise sont en retard. Pendant la saison des tempêtes, en octobre-novembre, l'île n'est plus protégée par les glaces. Alors, à chaque coup de vent, la mer creuse un peu plus le permafrost (ou « pergélisol »), ce sable gelé sur lequel est bâti Shishmaref.

Et l'île rétrécit. Après y avoir passé des siècles « 4 000 ans », assurent-ils, les habitants se préparent à l'abandonner, sans trop savoir encore où ils atterriront. Ils seront les premiers réfugiés du réchauffement de la planète, pas moyen de l'éviter. Shishmaref, disent les climatologues, est « le canari dans la mine de charbon » : le village dont l'engloutissement alertera le monde.

Bateaux engloutis

Pendant les tempêtes, des pans entiers de la côte, sapés par la base, s'effondrent en bloc. « Devant la tannerie, en octobre, la côte a encore reculé de 16 mètres. On a eu de la chance de ne pas encore avoir connu une énorme tempête, de l'ampleur de celles de Floride. Là, c'est toute l'île qui disparaîtrait d'un coup », commente Weyiouanna. En quelques années, la mer a englouti l'ancienne digue, construite en 1974. Gobé la cour de récréation de l'école.

Attrapé des motoneiges, la moitié des échafauds pour sécher la viande ou le poisson. Avalé des bateaux. Et fracassé quelques maisons et entrepôts. « Il faut le voir pour comprendre ce qui se passe. Les tempêtes sont de plus en plus effrayantes », dit Luci Eningowuk, 55 ans, qui préside l'Erosion and Relocation Coalition, le comité chargé de préparer le grand déménagement du village.

Shishmaref se bat avec le courage et le désespoir du château de sable face à la marée montante. Une vingtaine de maisons ont été déplacées depuis 1997. La technique est spectaculaire. Soulevées par des grues, les maisons de bois sont posées sur d'énormes skis de plastique. Puis, des tracteurs les font glisser doucement sur la banquise. « Notre maison est vieille, elle était à ma grand-mère. Lorsqu'on l'a fait glisser de ce côté du village, on avait très peur qu'elle ne s'effondre. Mais elle a tenu bon », raconte Kate Kokeok, une institutrice de 26 ans.

Plus d'habits chauds

En juillet 2002, les habitants ont voté le principe du déplacement du village d'ici à 2009. « Il y a eu 166 oui, et seulement 20 non, surtout des anciens », raconte Luci Eningowuk. Les villageois espèrent pouvoir faire glisser leurs maisons à 20 kilomètres de là, sur un site appelé Tin Creek, sur le continent, à l'intérieur des terres. Ils n'ont pas le choix : « L'océan n'est pas facile à battre. Les scientifiques estiment qu'on en a encore pour neuf ans », constate Eningowuk. Depuis une trentaine d'années, la température en Alaska a augmenté de plus de 4 °C, et la banquise a fondu de près de 10 %. Les insectes pullulent et détruisent les forêts. A l'instar de Shishmaref, une vingtaine de villages sont en grave danger : Barrow, Kivalina, Point Hope... A terme, on estime que 184 des 213 villages esquimaux peuvent disparaître.

Le réchauffement de la planète, chaque habitant de Shishmaref peut en parler concrètement. En vingt ans, la vie du village, qui tourne entièrement autour de la pêche et la chasse, a complètement changé. L'hiver, on ne sort presque plus les habits les plus chauds parkas et bottes en fourrure, masques pour se protéger le visage. C'est vêtu d'un simple manteau qu'on se rend à la salle de bingo le samedi ou à l'église luthérienne le dimanche. Autrefois, au printemps, c'est en traîneau ou en motoneige qu'on allait chasser l'oogruk le phoque barbu ou le morse, sur la banquise. C'est devenu trop dangereux : « La glace est trop fine et on doit tirer nos bateaux sur des kilomètres », témoigne le chasseur Jonathan Weyiouanna, cousin de Tony, tout en ligaturant les lames de frêne d'un long traîneau qu'il fabrique. La pêche sous la glace, dans le lagon, ne commence plus en octobre, mais en décembre. Certains animaux disparaissent, d'autres font leur apparition. Les ours polaires, dont Shishmaref était naguère la « capitale », cherchent le froid de plus en plus au nord. Les poissons du lagon se font rares. A l'inverse, les caribous, animaux jusque-là inconnus dans la région, se sont installés en masse. Les insectes aussi : « Cet été, les mouches couvraient les morceaux de viande qu'on fait sécher. Il n'y en avait jamais eu, avant », dit Luci Eningowuk. L'été toujours, les baies, les mûres, qu'on va chercher en famille, abondent. Les Esquimaux de Shishmaref veulent croire à leur projet de déménagement collectif à Tin Creek. Mais ils ne se font guère d'illusions. L'opération coûterait très cher, plusieurs centaines de millions de dollars, une somme dont ils n'ont pas le premier cent. Les coûts de la construction, dans ces régions quasi polaires, sont énormes. Il faut bâtir des maisons pour remplacer celles qu'on ne pourra pas faire glisser, mais aussi prévoir des bâtiments publics, une église, des routes... Tin Creek est un endroit reculé, qui n'est relié à rien. L'administration fédérale américaine trouverait bien sûr plus simple de reloger ces Esquimaux dans les petites villes « voisines », Nome ou Kotzebue. L'idée fait horreur aux habitants de Shishmaref : « Nous voulons rester ensemble. Nous sommes, aux Etats-Unis, l'un des derniers villages de natives ayant gardé notre style de vie, avec notre économie d'autosubsistance et nos traditions. C'est un trésor inestimable. Si on doit rejoindre une ville, cette identité disparaîtra », explique Luci Eningowuk. Et puis, à la différence de Shishmaref, ces villes n'ont pas interdit l'alcool...

Une flopée d'administrations se penchent sur le projet : le gouvernement d'Alaska, le corps des ingénieurs de l'armée américaine, le National Resource Conservation Service, le

Federal Emergency Management Agency, le Bureau des affaires indiennes... Mais aucune n'a pris le problème à bras-le-corps. Face à l'indifférence officielle, les habitants ne cachent pas leur colère contre « l'homme blanc ». « Ce qui est sûr, c'est que le réchauffement n'a pas été créé par notre mode de vie. Ici, on n'a ni routes, ni usines... », dit ainsi Luci Eningowuk. Sous sa casquette rouge, Percy Nayopuk, qui tient l'épicerie du village, bougonne contre les « génocidaires » de Washington : « Le gouvernement considère les natives américains comme de la crotte, comme des sous-hommes. Ils donnent de l'argent à d'autres pays, comme la Russie, alors que nous, à Shishmaref, on n'a même pas l'eau courante. Vous savez comment les Esquimaux canadiens ou même russes nous appellent ? "Nos pauvres cousins d'Amérique" ! »

A terme, le calme Tony Weyiouanna n'exclut pas une épreuve de force. « Si rien ne bouge, on pourrait décider de s'installer de nous-mêmes à Tin Creek, dans des abris de fortune. » Histoire de mettre Washington au pied du mur, et d'attirer l'attention du monde : « Quelques-uns parmi nous commencent à en parler. »

Fatalisme et humour

La plupart des habitants, en tout cas, se préparent à tout avec fatalisme et humour. Dans sa petite maison, Delano Barr, 62 ans, sculpte des bijoux dans des dents de morse, un art que chaque enfant apprend à l'école, pendant que sa tante Katherine Barr, 87 ans, à plat ventre sur son lit, dans un capharnaüm invraisemblable, coud des chaussons en fourrure de phoque. Il évoque la vie future : « A Tin Creek, il faudra complètement se réadapter. On sera loin de l'océan, qui est notre garde-manger naturel : il sera au moins à 20 kilomètres. On sera obligés de laisser nos bateaux quelque part sur la côte. » Minnie, sa femme, bougonne : « S'il reste encore une côte ! », et tout le monde rit de bon coeur.

Pourquoi Shishmaref rétrécit

Le réchauffement climatique entraîne trois facteurs, qui se combinent pour détruire Shishmaref :

- ▶ la fonte du permafrost (sable gelé), qui entraîne l'effondrement des rives ;
- ▶ la montée du niveau de la mer (due à la fonte des glaciers terrestres) ;
- ▶ des tempêtes de plus en plus sévères.

Auparavant, l'île restait protégée des assauts de la mer par les glaces sur une longue période de l'année. Désormais, Shishmaref est entourée d'eau plus longtemps qu'auparavant, ce qui favorise les tempêtes et la formation de vagues violentes qui inondent les côtes et accélèrent leur érosion.

D'après <http://www.algerie-dz.com/article1475.html>

La terre inuit n'est plus de glace

DANS LE GRAND nord, le réchauffement mine la culture inuit. La chasse et les écosystèmes sont bouleversés.

IQALUIT (CANADA) DE NOTRE ENVOYÉ SPÉCIAL

Le visage buriné par mille saisons glacées, Alice Ayalik scrute les nuages plombés. Quel temps fera-t-il demain à Iqaluit, la « capitale » du Nunavut ? Désolé, répond cette sage Inuit, mais plus aucun ancien n'est capable de prédire le temps. Hauts dans le ciel, les nuages n'ont plus la même couleur. La neige qu'ils nous apportent est mouillée... »

Et ce ne sont ni les premières chutes de neige ni la température réfrigérante, en ce début octobre, qui sont de nature à rassurer les 30.000 Inuits qui vivent sur un territoire grand

comme quatre fois la France. Les pics de température de 27 degrés enregistrés l'été dernier sous le cercle polaire donnent la mesure d'un enjeu qui menace un peuple dans ses fondements culturels.

Dans la baie de Frobisher; la petite bourgade de 5.000 âmes ressemble à un décor de Far West planté sur une terre lunaire. La banquise se fait attendre sur la terrasse d'Ann Meekitjuk : « À cette époque, tout devrait être blanc et gelé, expose la commissaire du Nunavut. La glace ne s'imposera pas avant décembre. Pour nous, il fait chaud malgré ces -7 . Regardez, j'ai encore mes bottes d'été! »

Compromettant la chasse et la pêche, le réchauffement déboussole un peuple lié depuis des millénaires au cycle du froid. Dans les rues d'Iqaluit, de jeunes Inuits déracinés et imbibés d'alcool déambulent en tentant de vendre leurs sculptures. « On ne peut plus chasser n'importe quand, raconte Nowdra Noah, graveur et chasseur. Les changements des routes de migration des caribous, en raison de la friabilité de la glace, posent problème. La glace est dangereuse. En février, un chasseur est tombé en mer avec sa motoneige. Cela n'arrivait jamais avant. »

Si les caribous s'éloignent, les ours polaires, en revanche, se rapprochent. À plusieurs reprises, des habitants d'Iqaluit ont surpris le grand carnivore rôdant à proximité : « C'était l'hiver dernier, évoque Ann Meekitjuk. À trois reprises, on a eu des ours près de l'école. Les chasseurs ont essayé de les repousser. Comme ils ne savent plus chasser sur la glace, ils sont affamés et effrayent la population. »

S'adapter pour éviter de... mourir de chaud ? C'est le maître mot des autorités Inuits qui tentent, avec l'appui du gouvernement canadien, de limiter l'ampleur des dégâts : « Le rapport scientifique Acia sur les changements climatiques dans le cercle polaire prédit qu'en 2070, la plupart des glaciers pourraient avoir fondu, expose Simon Awa, ministre de l'Environnement du Nunavut. Notre plan d'adaptation concerne tous les aspects de la vie. Les chasseurs doivent aller plus loin pour trouver de la viande et des fourrures. Cela affecte le coût de tout ce qui est nécessaire pour conduire des expéditions. De nouvelles normes pour les bâtiments ont été arrêtées. »

Dans les quartiers d'Iqaluit, les nouvelles habitations gravitent à deux mètres au-dessus du sol en raison de la fonte du permafrost (NDLR: sous-sol gelé en permanence). Défoncées, la majorité des artères de cette cité accrochée à la glace subissent les soubresauts du dégel. Stoppant sa camionnette, Takialuk semble insouciant face aux signes du réchauffement « Ma grand-mère me dit que les nuages, aujourd'hui, sont gris et que cela n'existait pas avant, explique ce jeune pêcheur dans un anglais appris sur les chaînes canadiennes. C'est vrai qu'il fait plus chaud, mais cela ne me pose pas de problème pour chasser. Par contre, fait neuf, j'ai aperçu des loups et des renards venant du nord. Ils ont faim... »

Jim Bell, lui, ne partage pas l'unanimité climatique. Pour le rédacteur en chef de Nunatsiaq News, la question du réchauffement est secondaire face aux problèmes économiques et sociaux des Inuits : « Le temps s'est radouci et les saisons de chasse sont bouleversées, admet-il. Mais les gens ordinaires ont bien d'autres soucis que le climat. On ne souffre pas d'inondations où de cyclones, ici. Et les buildings ne se cassent pas encore la gueule. Le coût de la vie est incroyablement cher et l'alcoolisme engendré par le chômage, qui atteint 20 %, est un problème qui mine autant notre société que le réchauffement... »

Près de quatre degrés Celsius c'est pourtant l'augmentation moyenne de température enregistrée ces 50 dernières années dans cette région du globe. Enorme. Effet de serre, carbone, moustiques... Pour mieux parler des phénomènes liés au réchauffement, pas moins de 150 nouveaux concepts seront traduits en inuktitut, la langue des Inuits. Les débats sont intenses, ce vendredi, à la commission des sages appelée à arrêter les terminologies.

« Quand j'étais jeune, les maisons étaient barrées par la neige, raconte Alice. Cette neige couvrait l'entrée de l'igloo et mon fils ne pouvait pas en sortir pendant des jours. Tout cela appartient au passé. Nous devons apprendre L' « aptukliqtup », le mot que nous avons choisi pour désigner l'« adaptation » en inuktitut. »

Les calepins remplis, les sages se dispersent dans l'immensité. La tête hilare de Niek Amautinoq émerge d'un manteau fourré : « Nous allons maintenant retourner dans nos communautés pour apprendre ces mots », sourit-il. « S'adapter ne sera pas facile. La plupart des endroits où nous avons l'habitude de voyager ne sont plus praticables... »

CHRISTOPHE SCHOUNE

In « Le Soir » du 28 novembre 2005.

Plus on va vers le Nord, plus le mercure a tendance à grimper

Par CHRISTIAN DU BRULLE

Certes, il fait encore plus froid au pôle Nord que dans nos régions tempérées. Toutefois, le réchauffement des régions arctiques est deux fois plus rapide que ce qu'on observe dans le reste du monde. Tel est le constat formulé par les quelque 300 chercheurs qui viennent de publier (1) les résultats de leurs recherches sur l'évolution du climat dans cette région du monde.

Cette vaste étude a été commanditée par le Conseil Arctique, un forum intergouvernemental qui regroupe le Canada, le Danemark, les Etats-Unis la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Russie et la Suède. Et ses résultats, tout comme leurs conséquences potentielles, sont dès ce mardi au centre d'un vaste symposium organisé à Reykjavik, en Islande.

Les causes de ce réchauffement sont bien connues. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre en est le facteur dominant. Et les chercheurs qui ont alimenté l'étude « Acia » (« Arctic climate impact assessment » ou en français « le changement climatique en Arctique et ses impacts ») ne sont guère optimistes. On s'attend à ce que cette accélération des tendances climatiques actuelles se poursuive pendant ce siècle, écrivent-ils. Bien que ces gaz ne soient pas essentiellement émis dans les régions arctiques, on s'attend à ce qu'ils provoquent des changements importants dans ces régions. En retour, ces modifications auront un impact à l'échelle de la planète entière. Avec des effets négatifs, mais aussi positifs.

Un exemple ? La fonte de la banquise permettra l'ouverture de nouvelles voies maritimes. Mais d'autre part, cette quasi-disparition des glaces aura un effet dévastateur sur les ours polaires et les phoques. Autre exemple, sur les continents bordant le cercle polaire, la diminution du pergélisol (ou permafrost) laisse entrevoir l'extension des surfaces boisées. Ce qui ne manquera pas d'être profitables pour piéger le gaz carbonique. Mais cela signifiera aussi un pullulement d'insectes ravageurs sans parler des menaces sur la survie des espèces vivant dans les biotopes actuels.

C'est précisément sur le relevé de ces impacts que les experts du Conseil Arctique vont plancher, ces prochains jours, à Reykjavik. Avant de passer le bébé aux « politiques », attendus dans la capitale islandaise le 24.

(1) « Impacts of a warming Arctic », Cambridge University Press.
D'après « Le Soir » du 6 novembre 2004

REPERES

Hausse des températures. Au cours du siècle, les températures moyennes pourraient encore grimper en Arctique de 4 à 7 degrés, selon les auteurs du rapport.

La banquise fond. La calotte polaire arctique s'amincit d'année en année. Chaque été, elle se morcelle davantage. Les experts estiment que d'ici 2070, elle pourrait totalement disparaître à la belle saison.

Les zones côtières menacées. Si la fonte des glaces flottantes comme la banquise n'aura guère d'effet sur le niveau des océans, celle des glaces terrestres, dont l'inlandsis groenlandais par exemple, pourrait générer une hausse des niveaux marins de l'ordre du mètre. De quoi menacer notamment les basses régions côtières mais aussi être à la base de l'érosion accrue de ces régions. Un phénomène qui sera encore accentué par la multiplication des tempêtes.

Disparition du pergélisol. La disparition des sols gelés en permanence dans les régions continentales septentrionales aura un impact négatif sur le transport. Aujourd'hui, c'est sur la glace que l'on se déplace. Demain, le sol ressemblera plutôt à une éponge impraticable.

Populations menacées. Bien sûr, l'impact de ce réchauffement perturbera profondément populations locales. Leur santé, par exemple, sera affectée par ces bouleversements de leur environnement. Et plus directement, il faudra aussi tenir compte de l'augmentation du rayonnement ultraviolet.

D'après « Le Soir » du 6 novembre 2004

Le Groenland fond à vue d'œil

Sale temps pour les glaciers

« Trop d'iceberg », se plaignaient les marins. Les scientifiques leur donnent raison. La fonte s'accélère.

Extrait du journal *Le Soir* des 18 et 19 février 2006

Quand la glace se rompt...

Nous sommes le 31 janvier 2002 - en Antarctique un morceau de glace de la taille du Luxembourg se détache du continent.

Quand nous sommes ici en hiver, c'est l'été dans l'hémisphère sud. En Antarctique, pendant l'été 2002 (Janvier /Février), une plate-forme de glace géante (appelée plate-forme Larsen) s'est détachée du continent. 3200 km² de glace (Luxembourg = 2590 km²) ont alors commencé à dériver sur l'océan, sous forme d'icebergs plus ou moins immenses. Le film commence avec cet événement réel. Les plate-formes de glace sont de la glace qui flotte sur l'eau. La glace qui constitue ces plate-formes provient des glaciers qui sont, eux, situés sur la terre ferme du continent Antarctique. Des plate-formes de glace sont formées continuellement à partir des flux de ces glaciers et des précipitations locales et permettent de stabiliser le glacier en créant une barrière. En raison du soudain détachement des glaces de la plate-forme de Larsen, les glaciers correspondants s'écoulent maintenant plus rapidement.

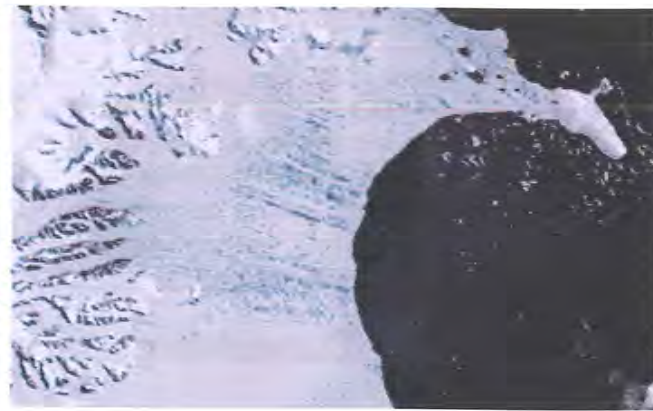
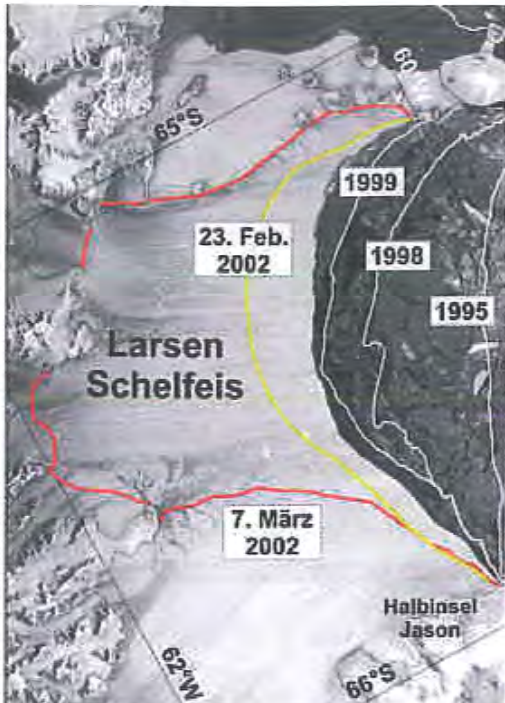


Les eaux fondantes s'écoulent et érodent les fissures dans la glace qui deviennent plus profondes. Finalement cela a conduit au détachement de ce grand morceau de glace. Comment cela a-t-il pu arriver ? Dans cette région de l'Antarctique un réchauffement régional a été observé, réchauffement inhabituellement fort comparé au réchauffement moyen de la terre. Mais il faut être prudent avant de considérer ceci comme un

Antarctique (fait réel): en Mars 2002 un immense morceau de glace (appelé "la plate-forme Larsen") se détache du continent

Photo: Pedro Skvarca, Instituto Antártico Argentino, 13 Mars 2002

signe du changement climatique, car les raisons de cet évènement ne sont pas encore bien comprises.



Comme un exemple frappant de la réalité dépassant la fiction, la plate-forme de glace Larsen B en Antarctique est tombée dans la mer en mars 2002, quelques semaines après qu'Emmerich et Nachmanoff aient écrit la scène décrivant son détachement. "A cette époque nous avons plaisanté et dit qu'il fallait se dépêcher de tourner avant que ce film ne devienne un documentaire", a dit Emmerich.

Détachement du Larsen B- Les satellites ont observé depuis l'espace ce qui se passait en Antarctique entre le 31 Janvier 2005 et le 7 Mars 2005.

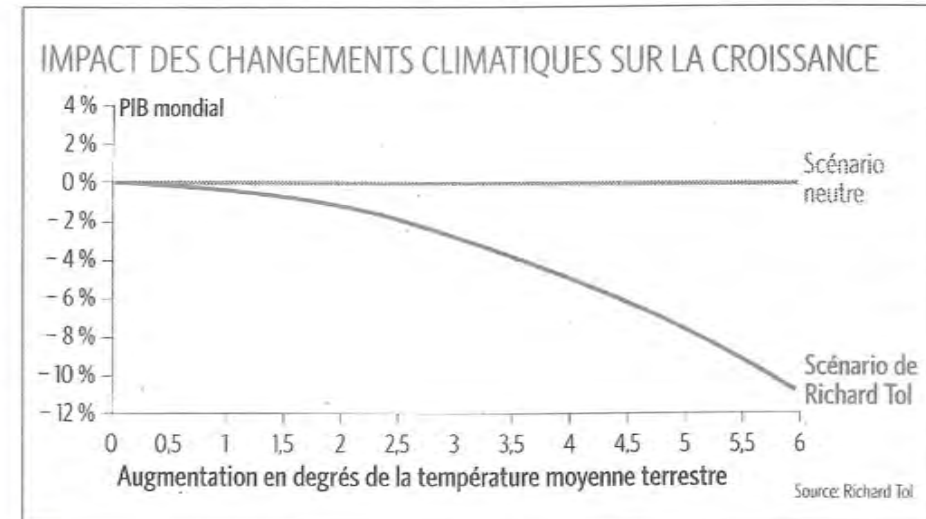
Photo ci-dessus: MODIS

D'après : http://www.atmosphere.mpg.de/enid/0_55a304092d09/Le_film_quand_la_glace_se_rompt2mp.html

3.5. Sur la vie économique

Le réchauffement refroidirait la croissance

Élévation du niveau de la mer, événements climatiques extrêmes, baisse de production de l'agriculture, épidémies ... Au catalogue des joyeuses conséquences du réchauffement, la croissance économique pourrait faire pâle mine dans un horizon rapproché. Et pour cause : nos sociétés occidentales, pas plus que les économies dites « émergentes », ne sont parvenues à découpler la croissance de notre consommation énergétique basée sur les fossiles (charbon, gaz, pétrole) de la production de gaz à effet de serre.



Selon un rapport récent de la Banque mondiale, ces émissions ont augmenté globalement de 15 % entre 1992 et 2002 en raison, principalement, de la montée en puissance de l'Inde (+ 57 %) et de la Chine (+ 33 %). Dans ce contexte où le protocole de

Kyoto (instrument de lutte contre les changements climatiques) s'apparente à du pipeau, la croissance économique risque à terme d'en prendre un sérieux coup, selon les projections de l'économiste néerlandais Richard Tol.

Kyoto peine ? Avec une modeste croissance de 2 % par an en Europe occidentale, les émissions de gaz à effet de serre pourraient faire un bond de 50 % d'ici 2020 à politique inchangée, rapporte l'expert français Jean-Marc Jancovici. Or, il convient de les diminuer de 75 % pour limiter le réchauffement à 2°C en 2050. Ce qui ne serait déjà pas sans implications économiques.

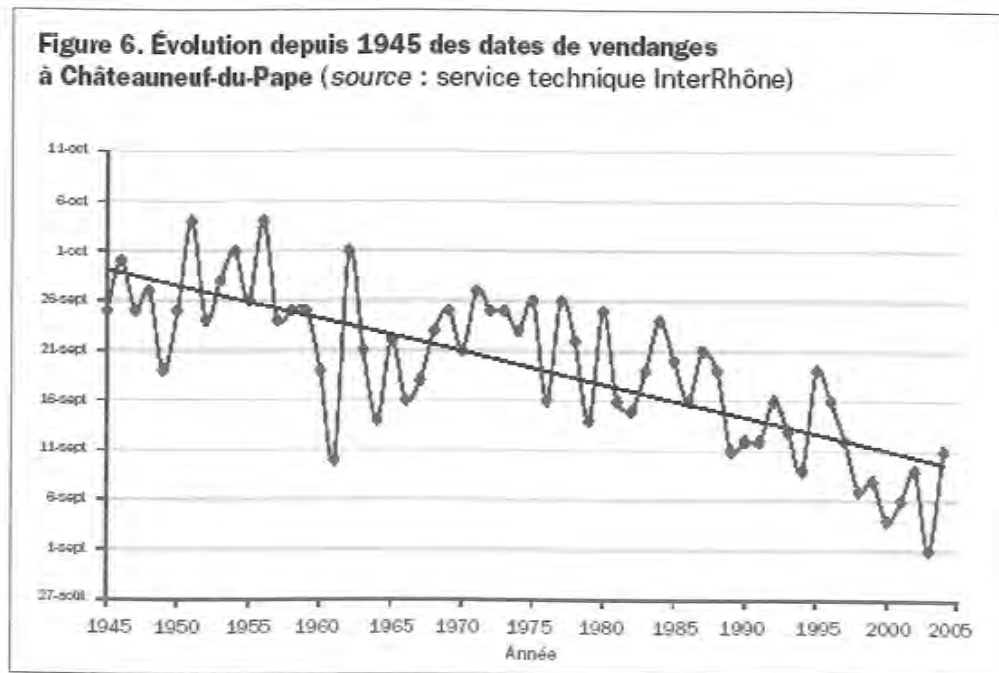
Ch. Sc.
D'après *Le Soir* du 26 juillet 2006.

On vendage toujours plus tôt

Le mercure monte, la vigne grimpe

Avec le réchauffement, les vignobles grignotent des degrés de latitude. Les grands crus vont devoir s'adapter

Extrait du journal *Le Soir* du 12 juin 2006



D'après l'ONERC observatoire national sur les effets du réchauffement climatique, France.

3.6. Sur la faune et la flore

Un déclin des espèces de 30 % en 30 ans

A côté de l'empreinte écologique, l'indice « Planète vivante » mesure l'état de la biodiversité du monde. Intégré au rapport du WWF, cet indice est basé sur les tendances de plus de 3.600 populations de plus de 1.300 espèces de vertébrés depuis 1970. L'évolution sur une période de 33 ans témoigne d'un déclin global d'environ 30 % parmi les populations étudiées.

« Ce déclin est également présent pour les indices terrestres, marins et d'eau douce pris individuellement, expose le rapport du WWF. La baisse des indices, en particulier pour l'eau douce, est moindre que lors des rapports précédents car ces indices ont été agrégés différemment afin de réduire le degré d'incertitude »

Côté terrestre, le déclin de 30 % de moyenne masque en fait une différence d'évolutions selon les régions du monde. Ce sont essentiellement les zones tropicales qui paient un lourd tribut à la surexploitation des ressources naturelles. Les espèces terrestres y ont en moyenne chuté de 55 % entre 1970 et 2003. « La conversion agricole est la principale cause de perte d'habitat, poursuit le rapport. Ce sont les forêts tropicales de l'Asie du Sud-Est, une partie du domaine biogéographique indo-malaisien, qui ont connu la plus rapide conversion au cours des deux dernières décennies. »

Côté marin, ce n'est guère plus réjouissant. L'indice, qui se base sur les tendances de 1.112 populations de 274 espèces, met en lumière une baisse de plus de 25 % en moyenne dans les quatre bassins océaniques. Les déclins sont jugés « dramatiques » dans les océans

Indien et Austral. « Les augmentations de populations d'oiseaux marins et de quelques espèces de mammifères dans les océans Atlantique et Pacifique, depuis 1970, masquent cependant un déclin de nombreuses espèces de poissons, note le rapport. Particulièrement celles qui possèdent une grande importance économique telles que le cabillaud ou le thon, ainsi qu'un déclin marqué des tortues et d'autres espèces victimes de pêches accidentelles. »

Parmi les plus grandes sources de préoccupation, la disparition des mangroves est épinglée. Résistantes à l'eau de mer, ces forêts se développent le long des côtes tropicales. Écosystèmes parmi les plus productifs de la planète, les mangroves jouent un rôle crucial dans la biodiversité puisqu'elles fournissent 85 % des espèces commerciales de poissons sous les tropiques et sont essentielles pour les ressources en nourriture. Plus d'un tiers de la surface de ces forêts a été perdue en vingt ans.

Ch. Sc.
D'après le journal *Le Soir* du 23 octobre 2006.

4. Quels climats pour demain ?

4.1. A l'échelle de la Belgique et de l'Europe

Une théorie climatologique à « Contre-courant »

Retour à l'Âge glaciaire

Le sud-est de l'Angleterre transformé en mer de glace... Comment cela pourrait-il se produire dans l'optique de réchauffement climatique généralement admise ?

CAROLINE GOURDIN, PARIS

Un climat proche de celui de l'Alaska en Grande-Bretagne d'ici à une vingtaine d'années ? A en croire une poignée de scientifiques interrogés par le documentariste Aidan Laverty pour la BBC, cette théorie ne serait pas si fumeuse... Alors coup de chaud ou coup de froid sur la planète ?

Par une longue et assez claire démonstration, Laverty tente de nous expliquer pourquoi la plupart des prévisions actuelles concernant le réchauffement climatique pourraient s'avérer fausses dans le nord-ouest de l'Europe.

A la suite du gourou de la climatologie Wally Broecker, de l'Université de Columbia aux Etats-Unis, les spécialistes qui défendent cette approche ont orienté leurs recherches sur le Gulf Stream. Sans ce courant océanique qui naît au sud de l'Équateur et nous absorbe la chaleur des tropiques en longeant le golfe du Mexique, nous ne pourrions vivre sous un climat tempéré. Or, ce fameux courant océanique pourrait ne plus longer nos côtes nous privant d'une chaleur potentielle équivalant à un million de centrales électriques ! Comment l'expliquer ?

En bref, et sans entrer dans tous les détails techniques, la quantité d'eau douce générée par la fonte des glaciers, telle qu'on l'observe aujourd'hui au Groenland (en raison du réchauffement), pourrait ralentir le mouvement giratoire du Gulf Stream. Selon une série de recherches et de prélèvements effectués au fond des océans, il s'avère que si le sel contenu

dans ce courant chaud était trop dilué, ce dernier ne serait plus suffisamment dense pour s'enfoncer dans les profondeurs de l'Atlantique dans les zones boréales, et l'effet « tapis roulant » s'en trouverait fortement diminué. La modification de ce courant océanique aurait des conséquences terribles : on pourrait assister à une de ces catastrophes climatiques telles que la Terre en a connu dans sa longue histoire. Le chaos absolu !

In « Le Soir » du 25 juin 2005.

Les tropiques se font avarés de leur chaleur

NOUS ALLONS AVOIR FROID. La faute au... réchauffement de la planète. Avec la complicité involontaire du Gulf Stream.

Ceux qui croient que le réchauffement climatique que tout le monde nous promet va faire grimper le mercure de nos thermomètres ont tout faux. Il pourrait nous coûter jusqu'à quatre degrés ! Frissons garantis. À vrai dire, les modèles mathématiques l'avaient prédit. Mais un modèle n'est qu'un modèle tant qu'il n'a pas été conforté par des observations. Les premières viennent de sortir dans le magazine Nature, sous la plume d'une équipe du Centre océanographique de Southampton.

Ces spécialistes britanniques ont étudié le Gulf Stream depuis 1957 à hauteur d'une ligne allant des Bahamas au Maroc (25° de latitude nord) et ils ont constaté une diminution de la circulation de ce courant de 30 %. Ce qui pourrait être très grave.

Ce courant en effet sert à redistribuer au profit de l'Europe de grandes quantités de chaleur prélevée sous les tropiques. L'eau chaude monte vers le pôle et en se refroidissant devient plus dense, ce qui l'amène à plonger vers les profondeurs et à retourner vers le sud. Or la donne est changée notamment par la fonte des glaces polaires, ce qui enrichit la branche la plus septentrionale du courant en eau douce, moins dense, qui donc diminue le retour des eaux du Gulf Stream. D'où moins d'échange de chaleur avec les tropiques. Et un refroidissement dû au réchauffement.

JACQUES PONCIN
In « Le Soir » du 2 décembre 2005

Ouragans : On doit s'attendre à pire

Selon Marc Vandiepenbeek de l'IRM, le réchauffement devrait avoir un impact sur les ouragans, mais il est trop tôt pour le mesurer.

- **Les ouragans sont-ils plus fréquents et plus violents qu'auparavant ?**
- Il est très difficile de déterminer s'il y en a plus et s'ils sont plus violents que par le passé, notamment parce que la manière dont on les observe a beaucoup changé. Dans les années 1850, par exemple, on observait que les ouragans qui touchaient la terre, pas ceux centrés sur l'océan. On ne pouvait pas mesurer la vitesse des vents comme on le fait actuellement. Les ouragans sont aujourd'hui mieux classifiés. Grâce à l'introduction des satellites météorologiques dans les années '60, on peut désormais les surveiller en continu. Mais à l'heure actuelle, selon une statistique que j'ai élaborée sur une période commençant dans les années 1930, je n'ai pas constaté d'augmentation.

- **Le réchauffement climatique intervient-il ?**
- Il pourra intervenir. Pour le moment, on n'a encore rien détecté car il faut attendre plusieurs dizaines d'années avant de pouvoir établir une augmentation statistique. Mais il est probable que le phénomène aura un impact. L'ouragan se nourrit en énergie à partir de la chaleur de l'océan. Or, le réchauffement de l'air va aussi réchauffer l'océan. Il va donc y avoir une extension de la zone possible des ouragans et, si l'océan est plus chaud, une possibilité de l'alimenter davantage en énergie. Potentiellement, avec le réchauffement du climat, on doit s'attendre à une augmentation aussi bien en nombre qu'en force des ouragans.
- **Ces phénomènes pourraient-ils se produire en Europe, en Méditerranée par exemple ?**
- En Méditerranée, c'est peu probable car il s'agit d'une mer fermée. Même si on atteint les 26° nécessaires à la formation d'un ouragan, ce ne sera que sur une surface limitée. Or, le développement d'un ouragan nécessite une surface importante et un temps assez long au-dessus de l'eau.
- **Pourquoi est-il si difficile de maîtriser un ouragan et déterminer sa trajectoire ?**
- Tellement de facteurs jouent dans l'atmosphère qu'il n'est pas évident de déterminer où il va frapper, même avec nos moyens. On a très peu d'observations physiques sur l'océan. On a bien quelques bouées, mais c'est insuffisant. On manque de quantité d'observations non seulement en surface mais aussi et surtout en altitude. C'est pourquoi une imprécision subsistera toujours qu'il s'agisse des ouragans ou des orages et des tempêtes chez nous.
- **Comment choisit-on leur nom ?**
- On donne des noms aux ouragans depuis très longtemps. A l'origine, un Australien avait décidé de donner des prénoms féminins parce qu'il estimait que les femmes étaient aussi turbulentes que les ouragans. Dans les années '70, des mouvements féministes se sont insurgés contre cette situation et, depuis 1979 dans le bassin atlantique nord, on alterne prénoms féminins et masculins. La liste est déterminée longtemps à l'avance par un comité international qui dépend de l'Organisation météorologique mondiale.

Interview: Catherine DEHAY
In « Vers l'Avenir » du 23 septembre 2005

ENVIRONNEMENT Une fréquence sans précédent de vagues de chaleur depuis 1990

Onze ans de surchauffe

En deux siècles, la température a augmenté de 2° C en Belgique. Les épisodes caniculaires se multiplient. Il y a eu onze vagues de chaleur en 15 ans !

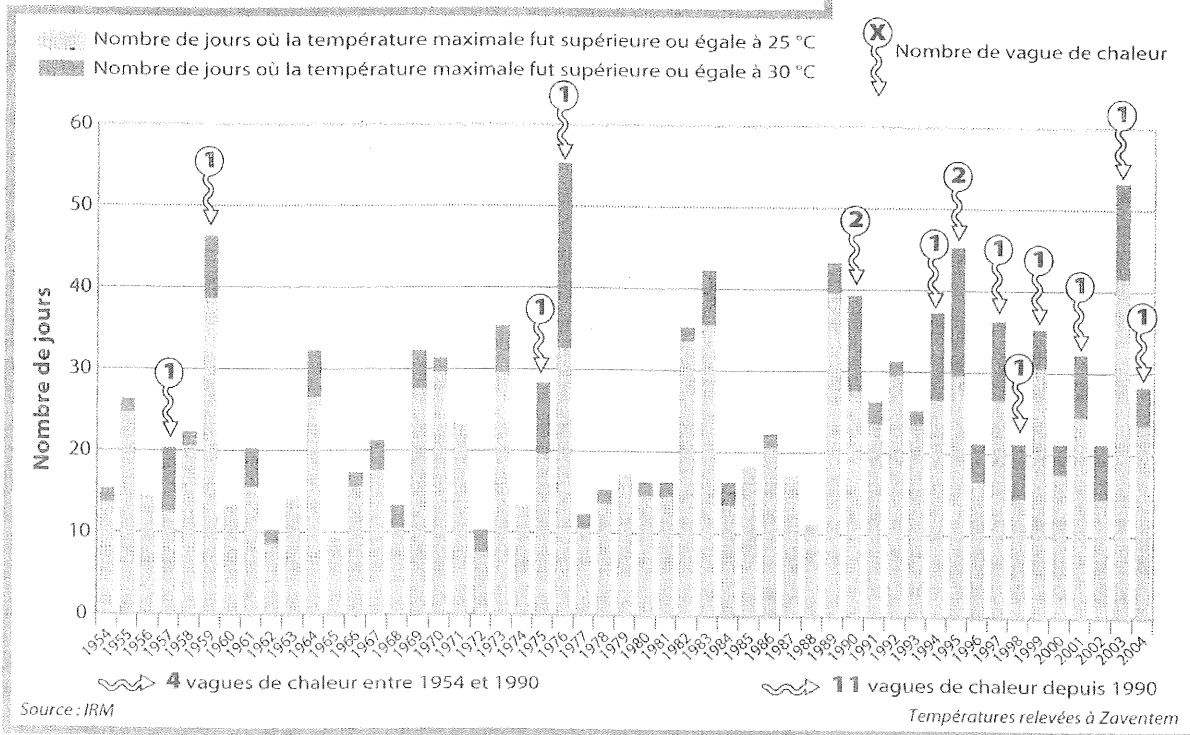
CHRISTOPHE SCHOONE

Peut-on imputer la vague de chaleur qui sévit en Belgique au réchauffement du climat à l'échelle du globe ? A cette question bateau, aucun climatologue n'accepterait de répondre. Mais il ne fait aucun doute pour ces mêmes climatologues que l'augmentation de la fréquence des épisodes caniculaires est le signe manifeste du réchauffement imputable aux émissions de gaz à effet serre liées aux activités humaines.

Voici peu, l'Organisation météorologique mondiale relevait que les dix dernières années font partie de la décennie la plus chaude jamais observée. L'historique des statistiques météo

fournies au « Soir » par l'Institut royal météorologique (IRM) belge confirme ce constat en pointant une augmentation de la fréquence des fortes chaleurs depuis 1990 (voir notre infographie).

LES VAGUES DE CHALEUR ENTRE 1954 ET 2004



Comme le montre ce graphique, certaines années dénombrent davantage de jours chauds sans avoir connu une canicule au sens officiel du terme. Pour être reconnue par l'IRM, la « vague de chaleur » nécessite une succession de 5 jours pendant lesquels la température est supérieure à 25 °, dont trois au-delà de 30 °.

Il y a là un signal très clair du changement climatique que vit notre pays, analyse Marc Vandiepenbeeck, climatologue à l'Institut royal météorologique. En termes d'intensité, c'est l'été 1976 qui demeure le plus terrible avec quinze jours à plus de trente degrés. Mais les années nonante montrent que le phénomène n'est plus ponctuel comme c'était le cas auparavant.

Depuis le début des relevés des températures, en 1833, la Belgique a connu deux évolutions nettes du climat. Le premier réchauffement se situe autour de 1910. La température moyenne s'était alors « subitement » élevée de 0,7 ° en Europe occidentale. Le deuxième épisode eut lieu après 1988, engendrant un nouveau bond de 1,2 ° du thermomètre. En 2005, la Belgique est donc en moyenne plus chaude de 2° qu'il y a deux cents ans. On est à peu près dans cet ordre de grandeur dans les pays voisins, poursuit notre interlocuteur. La moyenne mondiale du réchauffement, évaluée à 0,6 degré depuis l'ère préindustrielle, est atténuée par l'amplitude des variations climatiques. Il ne faut pas perdre de vue que la température baisse dans certaines parties froides du globe.

Les émissions de gaz à effet de serre ont repris leur progression en Europe et en Belgique en 2003

Pour les climatologues, il ne serait pas étonnant que l'on connaisse trois vagues de chaleur par an en Belgique si le thermomètre poursuit son ascension. Et surtout si l'homme ne

parvient à restreindre ses émissions de gaz à effet de serre. Coïncidence, l'Agence européenne de l'environnement publiait cette semaine des chiffres assez noirs. Les émissions de gaz à effet de serre ont de fait augmenté de 1,5 % en 2003 au sein de l'Union et de 2,7 % en Belgique, rendant les objectifs de Kyoto hors d'atteinte pour le moment. L'augmentation de la consommation de charbon explique en grande partie ces progressions.

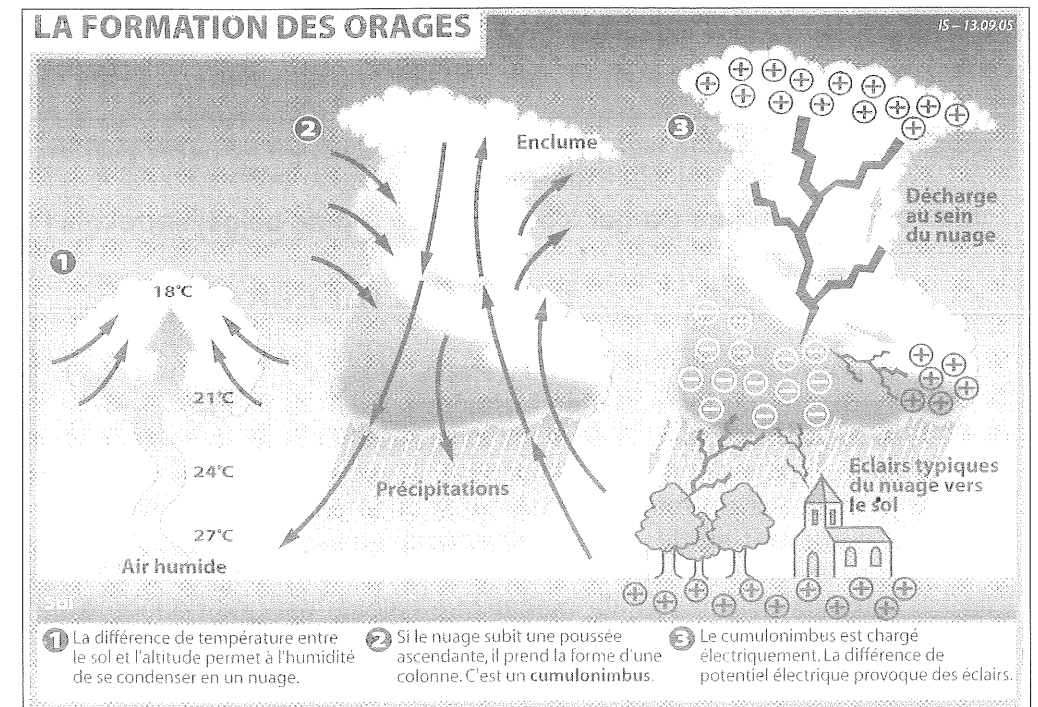
Ces chiffres décevants ne font que renforcer la nécessité d'appliquer intégralement toutes les mesures communautaires de réduction des émissions et les mesures prises par les Etats membres, déclare Stavros Dimas, commissaire européen à l'Environnement. Il faut aussi rappeler que le système européen d'échange des quotas d'émission n'était pas en place en 2003...

Les ministres de l'Environnement évoqueront le temps qu'il fait, ce vendredi, lors de leur conseil européen. Mais au-delà du constat caniculaire, aucune décision ne devrait être prise. On attendra davantage de la réunion des pays les plus industrialisés (G8), en juillet, qui a placé le climat parmi ses priorités.

In « Le Soir » du 24 juin 2005.

Autant d'orages qu'avant, mais plus violents

L'Institut royal de météorologie cogite encore : les orages de la nuit de samedi à dimanche étaient-ils exceptionnels ? L'affinage des chiffres et la comparaison aux observations précédentes doivent encore y répondre. Quoi qu'il en soit, l'orage a frappé le pays avec une violence rare. Les dégâts des eaux en témoignent, et les premiers relevés le confirment.



Les pluviomètres ont mesuré, pour le samedi 10 septembre, une précipitation de 78 litres d'eau par m² dans le Brabant flamant. Des trombes d'eau ont inondé La Roche-en-Ardenne à raison de 66 litres/m². Même si les estimations pour d'autres régions sont moins catastrophiques, elles montrent que l'orage s'est étendu à l'ensemble de la Belgique : 50 l/m² à Huy, de 40 à 50 l/m² dans le nord-est du Hainaut, et 40 l/m² à Bruxelles. La foudre, quant à elle, ne s'est heureusement pas particulièrement distinguée durant ce week-end. L'activité électrique du ciel se situait dans la normale, indique Karim Hamid, prévisionniste à l'IRM. Aucun dommage sérieux dû à la foudre n'a en effet été signalé.

« Rien ne prouve un lien entre le climat planétaire et des événements locaux »

Contrairement à l'idée reçue, la fréquence des orages à l'intérieur de nos frontières n'a pas augmenté depuis les trente dernières années. Par contre, l'intensité de la pluie sur une période courte s'est légèrement accrue. *Il pleut davantage en moins de temps*, explique François Brouyaux, porte-parole de l'IRM. De là à y voir un résultat du réchauffement climatique, le pas est difficile à franchir. *Actuellement, rien ne permet de conclure à un lien certain entre le climat planétaire et des événements extrêmement locaux*, précise François Brouyaux. Une prudence qui reflète les divergences d'opinion dans le monde scientifique. Si l'élévation de la température terrestre est communément admise, les conséquences exactes de celle-ci posent toujours question. De même qu'établir un lien mathématique entre une cause et son effet n'est jamais aisé. *Mais le réchauffement global pourrait notamment conduire à des orages tels que nous avons connu, de façon plus courante et peut-être plus forte*, affirme François Brouyaux. Certaines études abondent également en ce sens, prévoyant des pluies plus intenses sur l'Europe occidentale dans les années à venir. Si ce type de prévisions se vérifie, nous pourrions subir des inondations sans cesse plus importantes. Et malheureusement, les exemples effroyables ne manquent pas ces temps-ci.

Petit soulagement malgré tout pour cette année ; la saison des orages touche à sa fin. Karim Hamid estime que *le risque d'orage est écarté pour les prochains jours. L'atmosphère est redevenue stable. Nous prévoyons encore des pluies, quoique bien moins graves.* Mais toujours et seulement si la nature le veut.

R. Lt. (st.)
In "Le Soir" du 13 septembre 2005.

Voici comment André Berger, climatologue réputé belge, entrevoit l'avenir.

Les clefs du climat

- **Enfourchons la flèche du temps. Vers où le climat cheminerait-il s'il n'était perturbé par les activités humaines ?**
- A l'université de Louvain, nous avons élaboré un modèle dans lequel nous postulons que depuis l'optimum climatique, il y a 6 000 ans, la température de la Terre connaissait un refroidissement extrêmement faible, de l'ordre de 1/100^{ème} de degré Celsius par siècle. Depuis, les géologues ont confirmé par des mesures indirectes que la température n'aurait effectivement diminué que d'un degré au cours des six derniers millénaires. La mécanique céleste est une horloge d'une rare précision. Or nous savons que l'excentricité de l'orbite de la Terre est en train de tomber à zéro. En clair, l'orbite de notre planète devient circulaire et la distinction entre périhélie et aphélie tend à s'effacer. Par conséquent, l'énergie que nous recevons du Soleil est appelée à fluctuer très peu, et ce pendant quelques dizaines de milliers d'années.

Cette situation se rencontre rarement, en moyenne une fois tous les 400 000 ans. Mieux: elle ne s'est plus présentée avec une telle intensité depuis trois millions d'années. Si l'on considère que le système climatique est soumis à deux grandes influences, les fluctuations des paramètres astronomiques de la théorie de Milankovitch et les variations de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, on doit en conclure que la première perd de son importance, puisque l'excentricité tend vers une valeur nulle, et que la seconde devient prépondérante.

Selon nos travaux, si nous excluons les variations atmosphériques de CO₂, engendrées par les activités humaines, nous aboutissons à la conclusion que 50 000 ans vont encore s'écouler avant qu'un nouvel âge glaciaire se substitue à notre période interglaciaire. C'est révolutionnaire dans l'histoire de la Terre! Jamais un interglaciaire n'a duré plus de 10 ou 20 000 ans.

- **Mais voilà l'homme moderne qui entre en scène ?**
- En effet, le voilà qui prend de plus en plus d'importance. L'analyse chimique des bulles d'air enchâssées dans les calottes de glace du Groenland et de l'Antarctique montre qu'au moment du dernier *interglaciaire*, il y a environ 125 000 ans, la concentration en CO₂ était de 300 ppmv.

Elle a ensuite décliné progressivement pour se fixer à la valeur minimale de 200 ppmv à l'époque du dernier maximum glaciaire, il y a 20 000 ans. Au moment de l'optimum climatique, elle gravitait autour des 280 ppmv, chiffre que l'on retrouve juste avant la révolution industrielle. Grâce aux observations de haute qualité faites à l'observatoire du Mauna Loa, à Hawaii, on sait par ailleurs qu'elle est passée de 315 ppmv en 1958 à 364 ppmv en 1998, soit une augmentation de 14% en 40 ans.

Que faut-il en conclure ? Que, depuis la révolution industrielle, la croissance de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a été cent fois plus rapide que celle qui caractérise l'évolution naturelle du climat au cours des 20 000 dernières années. Il faut évidemment y voir la main de l'Homme. Les changements qu'il impose se font à une vitesse telle que le système n'a plus le temps de s'adapter. Non seulement il modifie la couverture des sols - après avoir déboisé l'Europe aux 15^{ème}, 16^{ème} et 17^{ème} siècles, il rase la forêt amazonienne mais il brûle massivement de l'énergie fossile et rejette dans l'atmosphère ces autres gaz à effet de serre que sont le méthane, l'oxyde d'azote, l'ozone et les chlorofluorocarbures. L'immense majorité des spécialistes s'accordent aujourd'hui sur un point: il est impossible de simuler le réchauffement climatique actuel sans incorporer dans les modèles les variations de la concentration des gaz à effet de serre, alors que l'on parvenait à reproduire plus ou moins bien les climats du passé en se limitant aux paramètres astronomiques, à l'activité volcanique et aux phénomènes non linéaires se manifestant au sein du système - ce qu'il est communément convenu d'appeler le chaos. Si l'on fait abstraction des gaz à effet de serre, tous les modèles concluent que les dernières décennies sont placées sous le signe d'une baisse de la température. Or chacun sait que c'est l'inverse qui s'est produit.

- **Passons à l'étape suivante: la simulation du climat du 21^{ème} siècle.**
- La valeur des extrapolations que l'on peut formuler dépend à la fois de la qualité des modèles climatiques utilisés et de celle des scénarios auxquels ils se réfèrent pour prendre en compte l'impact des activités humaines. Précisément, divers scénarios socio-économiques ont été proposés par le *Groupe intergouvernemental d'experts chargé de l'étude du changement climatique* (Ippc). Ce sont à chaque fois des paris sur le futur, où l'on estime *a priori* l'évolution d'une multitude de paramètres entre 1990 et 2100.

Quelle sera la croissance démographique et économique dans les différents pays? A quel rythme le déboisement de la forêt amazonienne va-t-il se poursuivre ? Dans quelle mesure misera-t-on encore sur l'énergie nucléaire ? Comment va évoluer la consommation de gaz ou de pétrole ? Toutes ces estimations permettent *in fine* de dégager des courbes de concentration des gaz à effet de serre et de les incorporer dans les modèles climatiques pour prédire l'évolution future du climat. Le scénario le

plus populaire développé par l'ipcc est le *Business-as-usual*, le «maintien du statu quo»: le pouvoir étant entre les mains de l'économie de marché, les scientifiques auront beau faire, les tendances actuelles se perpétueront au 21^{ème} siècle.

Pour l'heure, nos émissions de CO₂, atteignent annuellement 30 milliards de tonnes. Dans le *Business-as-usual*, elles grimperaient à 75 milliards de tonnes environ à la fin du 21^{ème} siècle. Un autre scénario, qualifié d'optimiste, fait l'hypothèse d'une réduction de moitié des émissions de CO₂, à l'horizon 2100. Mais il s'agit là d'un vœu pieux: pour arriver à ce résultat, nous aurions déjà dû commencer à prendre des mesures drastiques à la fin des années 70. L'ipcc a également élaboré un scénario pessimiste, qui prévoit une explosion des rejets de CO₂: 150 milliards de tonnes en 2100, donc cinq fois plus qu'aujourd'hui.

Maintenant, qu'indiquent les simulations effectuées à partir des différents scénarios? Le *Business-as-usual* aboutit à un réchauffement de l'ordre de 2 degrés au terme du 21^{ème} siècle. Quant aux scénarios optimiste et pessimiste, ils conduisent à des hausses respectives de la température de 1 et 3,5 degrés. Dans tous les cas de figure, la Terre se réchaufferait probablement plus vite que jamais auparavant depuis 10 000 ans.

- **Et qu'en serait-il de l'élévation du niveau moyen des océans ?**
- Dans les trois scénarios, le réchauffement des océans, ainsi que la fonte des glaciers de montagne et des calottes glaciaires, entraînent une augmentation du niveau de la mer. De quel ordre ? Une cinquantaine de centimètres dans le «maintien du statu quo », quelque 15 centimètres dans l'hypothèse optimiste et 95 centimètres environ dans l'hypothèse pessimiste. Cela dit, en raison de l'inertie des océans, la température en 2100 n'aurait progressé vers son point d'équilibre que de 50 à 90%. En d'autres mots, elle continuerait d'augmenter au-delà de cette date, même si la concentration de gaz à effet de serre s'était alors stabilisée. Aussi le niveau de la mer poursuivrait-il sa progression durant un temps même plus long, à une allure semblable à celle qu'il aurait adoptée entre 1990 et 2100.

Extrait de l'interview d'André Berger paru dans le mensuel *Athéna*, n°157, pages 233 et 234.

Toutefois, la prédiction n'est pas toujours aisée.

11 degrés au lieu de 5,8 : Un réchauffement plus torride que prévu

Le réchauffement climatique, en cas de doublement des gaz à effet de serre, pourrait être deux fois plus important que prévu jusqu'à présent, pouvant atteindre plus de 11°C et non 5,8°C, selon une étude parue hier dans la revue britannique « Nature ».

L'équipe du Pr David Stainforth, de l'université d'Oxford, estime, en s'appuyant sur plus de 2.000 modélisations, que les températures moyennes pourraient augmenter de 1,9 à 11,5 degrés si le taux de gaz carbonique double, alors que les estimations officielles actuelles vont de 1,4 à 5,8 degrés.

La plupart des modèles de l'étude, notent ses auteurs, fixent l'augmentation à environ 3,4°, peu l'estimant à moins de 2 degrés et 4,8 % à plus de 8 degrés.

Les chercheurs ont basé leurs résultats sur le projet *climateprediction.net* dans lequel ils avaient confié à des dizaines de milliers de personnes des données pour effectuer des simulations sur leurs ordinateurs personnels. (AFP)

D'après « Le Soir » du 28 janvier 2005.

Nos hivers vont être de plus en plus arrosés

Deux études climatiques l'affirment : les Européens vont avoir cinq fois plus souvent les pieds dans l'eau au cours de ce siècle. **Nos hivers vont être plus humides. Tout comme les moussons asiatiques. La faute aux gaz à effet de serre.**

CHRISTIAN DU BRULLE

L'année 2001 avait déjà battu tous les records d'humidité et de température en Belgique avec ses 1.088 millimètres d'eau mesurés à Uccle et sa température moyenne de 10,7 degrés, alors que les moyennes annuelles sont respectivement de 780 mm et 9,8 degrés. L'Angleterre aussi avait enregistré pareils records l'an dernier.

A en croire les spécialistes du Centre européen pour les prévisions météorologiques (ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), situé à Reading (Grande-Bretagne), nous n'avons encore rien vu ! Tim Palmer, qui a étudié 19 modèles climatiques pour l'Europe, publie ses résultats dans la revue «Nature » de ce jeudi. Et il est formel. Au cours des cent prochaines années, nos hivers seront cinq fois plus humides que ce que nous avons connu jusqu'à présent.

Concrètement, un hiver pluvieux qui s'est produit au XX^{ème} siècle tous les 50 ans statistiquement (soit une probabilité de 2 % par an) pourrait revenir au XXI^{ème} siècle tous les dix ans, voire tous les huit ans sur de grandes parties d'Europe du Nord et du centre. Dans le sud de la France, la probabilité double de 2 % à 4 %, soit un fort épisode pluvieux tous les 25 ans. Ces hivers seront aussi plus chauds. Les études conduites par les chercheurs du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'étude du climat (IPCC) tablent sur une hausse moyenne des températures comprise entre 1,4 à 5,8 degrés en moyenne sur le siècle.

De son côté, Christopher Milly, du service américain d'étude géologique (USGS) de Princeton (New Jersey), s'est lui intéressé aux crues et aux débordements de quelques grands bassins fluviaux. Et leur conclusion est également très claire : dans le futur, nous devrions assister à de tels épisodes beaucoup plus fréquemment...

Une précision : les deux études pointent également comme cause probable à cette évolution la croissance d'origine humaine des émissions de gaz à effet de serre.

L'Asie n'est pas épargnée par ce phénomène. Principalement dans les zones de moussons. Le Bangladesh, déjà menacé par la montée probable du niveau de la mer, risque des inondations dévastatrices du fait de pluies trois fois plus fréquentes qu'aujourd'hui.

Les eaux profondes de l'Atlantique sous surveillance

Tandis que les prévisionnistes nous prédisent des hivers «statistiquement » plus arrosés, des chercheurs allemands étudient pour l'instant la circulation de l'eau profonde dans l'Atlantique, un paramètre essentiel de l'évolution du climat d'Europe occidentale. La force et la variabilité des courants dans l'océan profond sont très difficiles à évaluer et à suivre. Néanmoins, ils ont une très grande influence sur le climat puisqu'ils déplacent une grande quantité de chaleur autour du globe. Dans l'océan Atlantique seul, ceci correspond à plus d'un million de gigawatts. Sans le transfert de chaleur des courants en Atlantique Nord la température de l'Europe du Nord serait en moyenne inférieure de 5 °C à ce qu'elle est actuellement. (...)

La sensibilité de ce système de circulation des courants aux influences externes, telles que l'effet de serre, est un des sujets principaux du programme de recherche international Crever.

Les chercheurs rappellent qu'une particule d'eau de l'océan met environ 1.000 ans à parcourir l'ensemble des océans, portée par les courants, et à revenir à son point de départ, prête à repartir pour un nouveau cycle. On apprend également qu'autant de chaleur est stockée dans les trois premiers mètres sous la surface de l'océan que dans toute l'atmosphère.

Ce transport d'eau chaude par les courants représente une quantité d'eau 100 fois plus importante que tous les fleuves de la Terre réunis

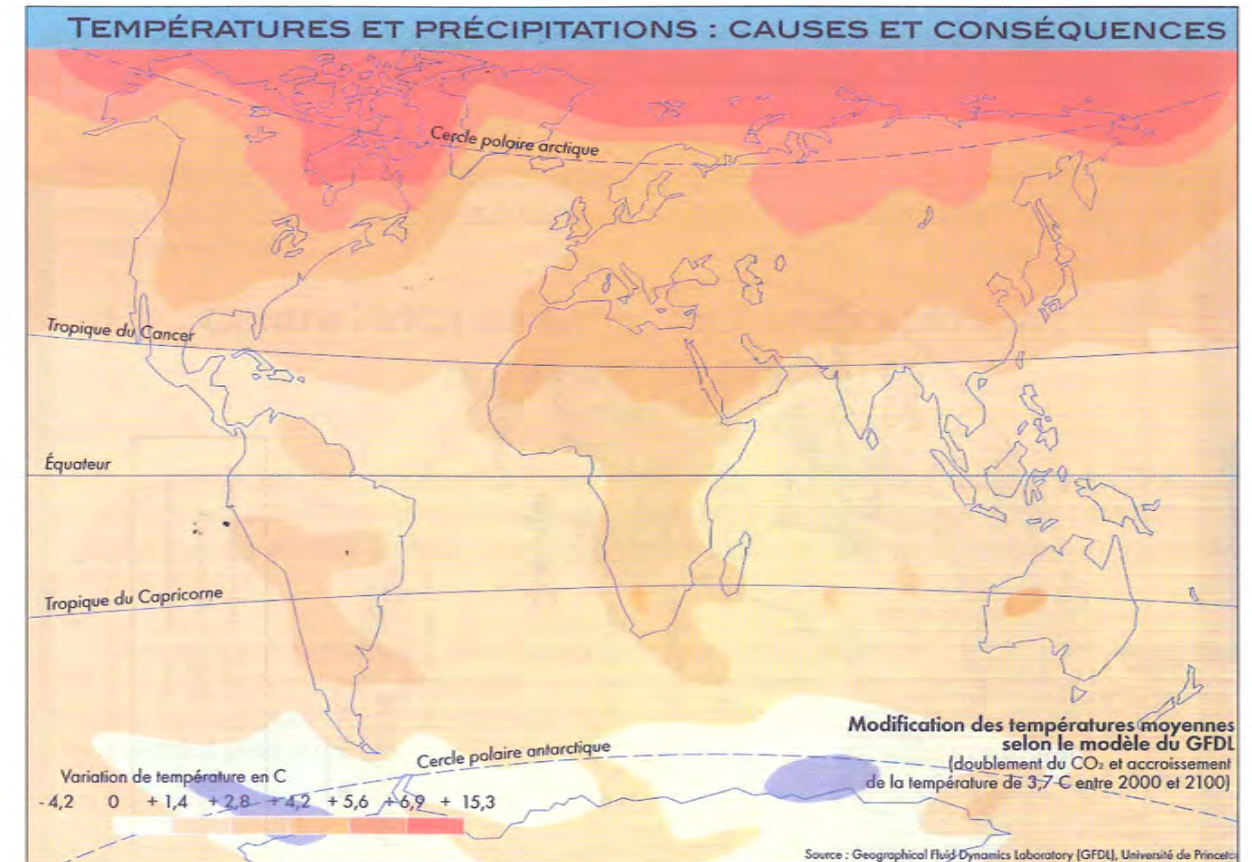
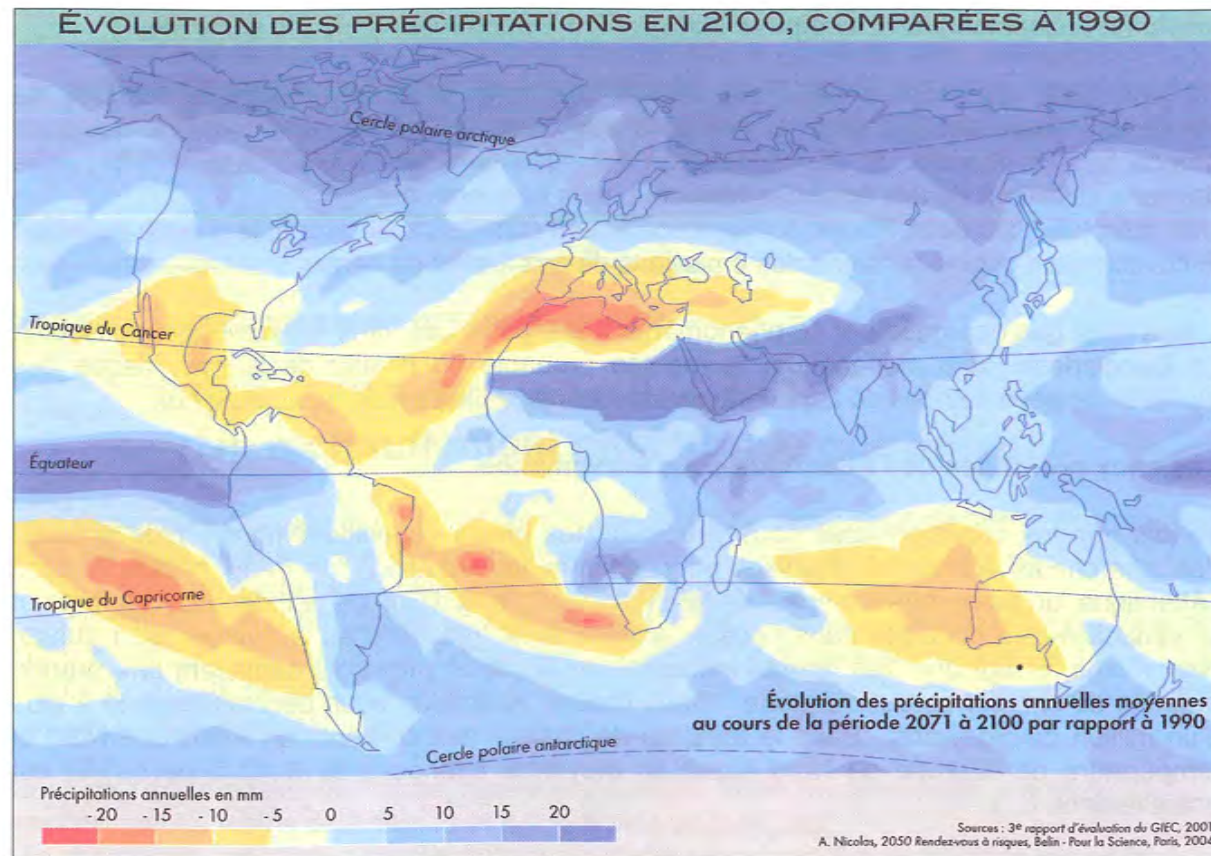
Chaque jour, c'est une masse de 24 millions de kilowattheures qui est transportée de la zone équatoriale en direction du pôle Nord.
(AFP.)

D'après le journal « Le Soir » du jeudi 31 janvier 2002.

Remarque : un ménage moyen consomme environ 10 kilowatt par jour.

4.2. Une projection pour l'avenir : la modification des géosystèmes

Des météorologies régionales bouleversées



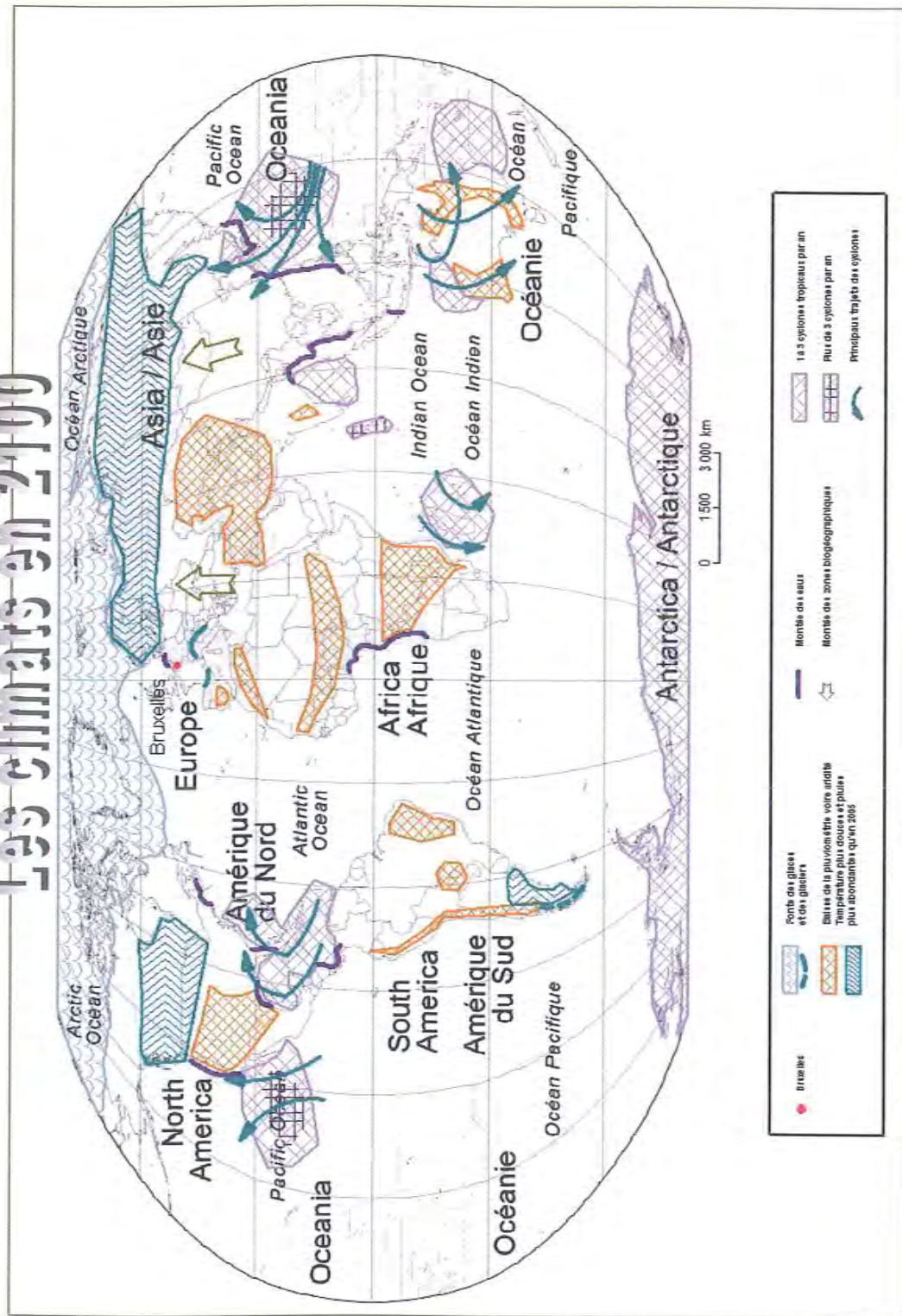
D'après DENHEZ Frédéric, *Atlas de la menace climatique, Le réchauffement de l'atmosphère : enjeu numéro un de notre siècle*, éditions Autrement, collection Atlas/monde, Paris, pages 52 et 53.

Page suivante :

Le climat qui règnera en 2100.

Adaptation d'après DENHEZ Frédéric, *Atlas de la menace climatique, Le réchauffement de l'atmosphère : enjeu numéro un de notre siècle*, éditions Autrement, collection Atlas/monde, Paris, pages 52 et 53.

Les climats en 2100



5. Que faire pour atténuer ce scénario catastrophe ?

Le réchauffement de la planète nous concerne tous et toutes. Voici comment, dans notre quotidien, nous pouvons contribuer à éviter un scénario catastrophe programmé pour les générations futures.

Contre l'effet de serre, une seule solution : la chasse au gaspi

La lutte contre le réchauffement de la planète ne se décide pas seulement à Kyoto. Elle peut être menée au niveau individuel. Quelques gestes relativement faciles à poser peuvent, s'ils se généralisent à grande échelle, constituer un début de solution sans pour autant rendre la vie insupportable.

1. Achetez les équipements électriques les moins « gourmands ». Ainsi, les nouveaux réfrigérateurs, congélateurs, machines à laver sont beaucoup plus efficaces que les anciens modèles. Le frigo est l'un des appareils électriques les plus boulimiques de la maison. Un remplacement peut être rentable à moyen terme.
2. Utilisez, pour les points lumineux les plus sollicités de la maison des lampes à faible consommation d'énergie. Plus coûteuses à l'achat, elles consomment deux fois moins d'énergie et durent plus longtemps que les lampes à incandescence.
3. Plantez des arbres. Ils consomment du dioxyde de carbone en restituant de l'oxygène, fournissent de l'ombre, refroidissent la température et constituent d'utiles coupe-vents.
4. Isolez votre habitation. Pour un investissement relativement faible, vous pouvez réduire votre consommation d'électricité, de gaz, de mazout ou de charbon et réduire vos dépenses de chauffage. Beaucoup d'habitations sont encore insuffisamment isolées. Deux tiers des toits en Wallonie seraient dépourvus de toute isolation. La meilleure énergie est celle qu'on n'utilise pas !
5. Le transport est responsable de 40 % des émissions de CO₂. Au moment de remplacer votre véhicule, préférez un modèle présentant une faible consommation à une automobile « de prestige ». Évitez les déplacements inutiles. Et où que vous alliez, privilégiez la marche à pied, le vélo et les transports en commun. En voiture, respectez les limitations de vitesse, Rouler vite et nerveusement, c'est consommer plus.

Extrait du journal *Le Soir* du 1 décembre 1997.

Créer une nouvelle alliance contre le réchauffement...

OTTAWA DE NOTRE ENVOYÉ SPÉCIAL

« Il faut créer un nouveau pont entre l'Europe, les Etats-Unis et les pays en voie de développement. C'est notre ambition... »

Le souhait de Stéphane Dion, ministre canadien de l'Environnement, se concrétisera-t-il ? Rien n'est moins sûr à l'heure où s'ouvre à Montréal, ce lundi, une conférence cruciale des Nations unies sur le climat. Il s'agira pour les quelque 180 pays réunis pendant quinze jours

dans la métropole québécoise d'aborder une nouvelle stratégie mondiale de lutte contre le réchauffement climatique après 2012, date butoir du protocole de Kyoto.

Les Etats-Unis, premier Pollueur mondial, ont boudé jusqu'à présent Kyoto en refusant tout objectif contraignant de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Et même si le président George Bush reconnaît enfin le lien entre ces émissions et le réchauffement, tout indique que les Etats-Unis ne changeront pas de posture dans ce dossier où il s'agira également d'intégrer au processus des pays exemptés d'efforts jusqu'à présent. La Chine, à cet égard, est en passe de détrôner les Etats-Unis au hit-parade des plus gros pollueurs...

Montréal accouchera-t-elle d'une souris ? Dans ses bureaux d'Ottawa, le ministre brandit la bible politique du Canada, qui préside la plus importante conférence depuis 1997, à Kyoto. Dénué d'objectifs chiffrés, ce texte marche sur les oeufs en privilégiant la loi du marché et l'amélioration des technologies.

« *Le protocole de Kyoto englobe seulement 35 % des émissions mondiales, rappelle Dion. Plusieurs pays ont exprimé qu'ils ne participeront pas à l'approche du protocole dans une deuxième phase. Un système international pourrait dès lors intégrer plusieurs approches afin d'atteindre une participation globale.* »

Parmi ces approches, épinglons l'idée d'inclure d'autres entités que les États nationaux au processus, ce qui permettrait à certains Etats américains, partisans de Kyoto, de rallier l'esquif...

Champions de Kyoto, les Européens plaideront à nouveau pour une action volontariste au plan international. L'Europe a calqué l'essentiel de ses objectifs sur les recommandations scientifiques. On allait l'oublier, mais il s'agit bien « *d'éviter de déclencher des phénomènes catastrophiques irréversibles* » pour l'humanité.

CHRISTOPHE SCHOUNE
In « Le Soir » du 28 novembre 2005.

Environnement Ouverture de la Bourse française du gaz carbonique

Les tonnes de CO₂ s'échangent à Paris

A près la Norvège, l'Allemagne et la Grande-Bretagne, la France ouvre ce vendredi à Paris une Bourse du CO₂, avec l'ambition de devenir une des plaques tournantes des échanges européens de quotas d'émission de gaz à effet de serre.

Le marché européen du CO₂, en fait une série de plates-formes informatiques interconnectées, a été lancé officiellement en janvier pour permettre aux 25 Etats membres de l'Union européenne de respecter au moindre coût le protocole de Kyoto sur la réduction des gaz à effet de serre.

Fruit d'une directive d'octobre 2003, il ne concerne dans l'immédiat qu'un seul gaz, le dioxyde de carbone CO₂. La Norvège, qui n'est pas membre de PUE mais est très active sur les bourses de l'électricité, s'est associée au système. Elle a été la première à lancer une bourse européenne du CO₂, Nord Pool, le 11 février. Le marché parisien sera géré par Powernext, la Bourse française de l'électricité. Ce n'est pas tout à fait un hasard.

Les électriciens devraient en effet, avec les pétroliers, être les opérateurs les plus actifs, à Paris comme ailleurs, selon le directeur marketing de Powernext, Thierry Carol. Mais tous les secteurs visés par la directive (énergie, pétrochimie, sidérurgie, cimenterie, papeterie,

verrière, céramique), et contraints de limiter leurs émissions polluantes, sont des clients potentiels de la nouvelle place financière.

L'idée derrière ces transactions est d'encourager une entreprise à investir dans une technologie propre, si elle le juge rentable, et à se créer ainsi des marges sur le plafond d'émission que lui a fixé le gouvernement.

Le titre échangé est un quota. Il représente une tonne de CO₂, évitée à l'atmosphère par l'entreprise qui le vend et susceptible d'être émise par le concurrent qui l'achète. Neutre pour l'atmosphère, il ne constitue donc pas un droit de polluer stricto sensu.

La Bourse parisienne, Powernext Carbon, sera un marché au comptant. Grâce à ses coûts de transaction relativement faibles et ses cotations en continu, elle espère concurrencer l'European Energy Exchange (EEX) de Leipzig (Allemagne), seul marché au comptant existant, qui a l'avantage de l'ancienneté - il a été créé le 9 mars - mais ne fonctionne pas en continu. Les autres places tournant déjà, Nord Pool et l'European Climate Exchange (ECX), lancé le 22 avril et géré par le marché pétrolier de Londres, ne travaillent pas sur les mêmes créneaux puisqu'elles ne font que des transactions à terme.

Selon la Commission européenne, 6,5 milliards de quotas (et autant de tonnes de CO₂) ont été attribués pour 2005-2007 à environ 11.500 sites industriels européens. (AFP)

In « Le Soir » du 24 juin 2005.

Un rapport accablant de Greenpeace met en cause des sociétés bénéficiant des crédits du Ducroire

La Belgique exporte allègrement ses gaz polluants

HUGUES DORZÉE

La Belgique soutient l'exportation de technologies polluantes. Les efforts belges de réduction d'émissions de CO₂, -7,5 % d'ici 2008-2012 - seront réduits à néant avant même de voir le jour. La politique climatique actuelle est incohérente et trop peu transparente.

Le rapport « Exportation de la pollution » publié mardi par Greenpeace interpelle. Ce document (disponible sur le site www.greenpeace.be) s'appuie sur une analyse des projets soutenus, de 1997 à 2003, par l'Office national du Ducroire, l'assureur-crédit belge. Cette entreprise publique autonome est chargée de couvrir les sociétés belges qui investissent à l'étranger - principalement dans les marchés émergents et les pays en développement - contre les risques liés aux transactions internationales.

Selon Greenpeace, le Ducroire a accordé des crédits à l'exportation pour des projets qui, au cours de leur durée de vie, provoqueront l'émission de... 1,3 milliard de tonnes de CO₂. Vingt fois plus (!) que les réductions envisagées dans le cadre des engagements belges de Kyoto (54,86 millions de tonnes de CO₂).

Il est absurde de condamner des technologies polluantes chez soi pour en favoriser l'émergence ailleurs, commente Jean-François Fauconnier, responsable « climat » pour Greenpeace Belgique. Dix projets sont visés (centrale électrique, gazoduc, raffinerie, etc.). Ils concernent la Turquie, l'Iran, le Pérou, l'Inde, la Thaïlande et le Turkménistan. Et sont portés par d'importantes sociétés belges, dont Tractebel et Jan de Nul.

En outre, ce rapport porte uniquement sur les investissements liés aux combustibles fossiles (charbon, gaz...). Enfin, il ne mesure « que » l'impact des émissions de gaz à effet de serre.

Les impacts désastreux sur les populations locales (santé, revenus, droits de l'homme, etc.) et les pertes d'écosystèmes ne sont pas pris en compte, insiste Jean-François Fauconnier. Notre rapport est donc loin d'être exhaustif.

Greenpeace dénonce donc l'incohérence de la politique climatique belge. Et s'attaque à l'Office national du Ducroire pour sa « transparence zéro ». *Nous avons demandé à deux reprises leur liste des projets énergétiques. En vain. Nous avons donc mené notre rapport sur base de la presse spécialisée, d'internet, de bases de données financières.* Plus grave, selon Greenpeace : cette entreprise autonome ne dispose ni d'un budget ni de moyens spécifiques pour stimuler les projets dans le secteur des énergies renouvelables. D'autre le font, comme la Grande-Bretagne, qui consacre 12 % de tels crédits à l'énergie verte. *C'est d'autant plus regrettable que les pays du Sud sont demandeurs, insiste Greenpeace.* Et de citer l'Inde, le Brésil, la Chine, actifs dans le domaine. Pour l'ONG, une réforme de l'assureur-crédit belge s'impose. Dans la foulée, c'est tout le débat sur l'« entrepreneuriat éthique » qui est (re)lancé

Les revendications de Greenpeace ? Refuser les crédits à l'exportation aux entreprises belges « polluantes » (secteur nucléaire, projets énergétiques liés au charbon et au pétrole), consacrer 20 % du « portefeuille » du Ducroire aux énergies renouvelables, imposer des normes environnementales et sociales contraignantes, exiger de l'entreprise publique la transparence et l'accès du public à l'information.

En rendant publique la « face cachée » de la politique climatique belge, Greenpeace fait oeuvre utile. La Belgique ne peut décemment poursuivre sur cette voie : réduire le CO₂, ici, polluer allégrement à l'étranger, dans des pays fragilisés de surcroît. Pour des raisons éthiques évidentes. Au nom, surtout, de la solidarité Nord-Sud.

In « Le Soir » du 26 janvier 2005.

Des carburants qui ont la frite

La Semaine de la mobilité se déroulera du 16 au 22 septembre. Une occasion de réfléchir à des modes de déplacement alternatifs à la voiture. Et à des carburants plus écologiques que le pétrole.

AUJOURD'HUI, 97% de l'énergie consommée par les transports routiers proviennent des produits pétroliers. Pourtant, les réserves de pétrole de la planète ne sont pas inépuisables. Sans parler des effets néfastes pour la santé, des importants rejets de gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique... Le pétrole n'est pourtant pas le seul combustible capable de faire tourner les moteurs. D'autres énergies, moins polluantes, parfois insolites, gagnent à être connues.

L'huile végétale. Les graines de colza, de tournesol, de soja ou encore d'arachide peuvent produire de l'huile. Et pas seulement pour agrémenter les salades. L'huile de ces plantes peut entrer dans la composition du biodiesel. En plus d'être écologique, ce carburant fournit une activité supplémentaire aux agriculteurs. L'ennui, c'est qu'il faudrait énormément de champs pour alimenter tous les réservoirs... Une tonne de graines de colza fournit seulement 0,3 tonne d'huile !

L'huile de friture. Le biodiesel peut également être produit à base d'huile de friture. Près de San Francisco, aux Etats-Unis, une petite station service propose ce type de carburant. Le nombre de clients a triplé depuis le début de son activité, en 2003. Beaucoup de ceux-ci refusent que leur argent alimente l'industrie du pétrole ou la guerre en Irak. Et fini les effluves de gasoil brûlé ! Leur pot d'échappement dégage des odeurs de frite ou même de pop-corn!

L'alcool. La fermentation des graines de céréales telles que le blé, le maïs ou encore le houblon peut produire de l'éthanol (alcool d'origine végétale utilisé comme carburant) La betterave sucrière et la canne à sucre sont également capables de produire cette forme de carburant. Mais, en Europe, l'éthanol ne fait pas le poids face aux produits pétroliers. car sa production est elle aussi limitée par les terres. Au Brésil, l'abondance de cannes à sucre rend ce carburant plus intéressant. La société belge Tirlemont, producteur de sucre, planche sur un projet d'usine de bioéthanol.

Anne-Cécile Huwart
In « Le Swarado », n°46, du 13 au 19 septembre 2005.

Le glacier d'Andermatt emballé

La station suisse d'Andermatt a emballé son glacier du Gurschen, sur une surface totale de 2.500 m² afin de réduire sa fonte et préserver ainsi les pistes. Les organisations de protection de l'environnement estiment cette mesure inutile: *ce genre d'initiative, disent-elles, ne réglera pas le problème du réchauffement climatique.* La bâche est épaisse de 3,8 millimètres et composée de matériaux synthétiques qui protègent la neige des rayons UV. (AFP)

In "Le Soir" du 11 mai 2005.

CALIFORNIE : Six constructeurs automobiles poursuivis

Le ministre de la Justice a lancé des poursuites, au nom du « peuple californien », contre six constructeurs automobiles américains et japonais.

« Le réchauffement climatique mondial cause des torts importants à l'environnement de la Californie, à son économie, son agriculture et à sa santé publique. (Son) impact coûte déjà des millions de dollars et le prix augmente de jour en jour », affirme Lockyer. *« Les émissions des véhicules sont la source croissant le plus rapidement des émissions de carbone contribuant au réchauffement climatique, mais le gouvernement fédéral et les constructeurs automobiles ont refusé d'agir. Il est temps que ces entreprises soient tenues responsables de leur contribution à cette crise »,* écrit encore le ministre. La plainte, déposée au nom du « peuple californien », demande des dommages dont le montant n'est pas précisé.

Extrait du journal *Vers l'Avenir* du 22 septembre 2006.

Larguer du soufre dans l'atmosphère ?

La solution. Paul Crutzen, Néerlandais, 72 ans, prix Nobel de chimie et spécialiste de la couche d'ozone, propose, dans le numéro de juillet-août de la revue française *La Recherche*, de déployer des particules de sulfate dans l'atmosphère. Celles-ci, en réfléchissant les rayons du Soleil, entraîneraient en quelques années une réduction de la température moyenne du globe.

La procédure. « Il s'agit de larguer au moins un million de tonnes de soufre ou de sulfure d'hydrogène dans la stratosphère, la couche de l'atmosphère située entre 10 et 50 kilomètres d'altitude, à l'aide de ballons. Une fois à ce niveau, ces composés sont brûlés de manière à obtenir du dioxyde de soufre lequel est ensuite converti en particules de sulfate de moins d'un micromètre (un millionième de mètre) de diamètre. »

L'origine. Cette idée, explique le professeur honoraire à l'université de Mayence (Allemagne) et à l'institut américain d'océanologie Scripps (San Diego), « a été discutée il y a une trentaine d'années par le scientifique russe Mikhaïl Budyko. Mais il me semble important de l'étudier désormais car il est possible que nous ayons sous-estimé le réchauffement climatique à venir. Nous devrions avoir une discussion sans hystérie sur cette question d'influencer artificiellement le climat ». (afp)

D'après le journal *Le Soir* du 7 juillet 2006.

Des conseils pour sauvegarder la planète

1. Acheter bio permet de réduire sa « consommation » de pesticides et de nitrates.

Les produits bio sont cultivés sans engrais chimiques ni pesticides de synthèses ni OGM. Ils utilisent des circuits plus courts entre le producteur et le consommateur: les fruits et les légumes sont plus frais et cueillis plus mûrs, ils contiennent plus de vitamines et d'antioxydants que les produits issus de l'agriculture conventionnelle.

2. Allez au marché pour choisir des fruits et légumes de saison. Un fruit importé hors saison par avion consomme pour son transport 10 à 20 fois plus de pétroles que le même produit localement et acheté en saison: un kilo de fraises d'hiver nécessite près de 5 litres de carburants pour arriver dans votre assiette! Acheter directement les produits sur le lieu d'exploitation ou sur des marchés permet de réduire les intermédiaires, la pollution qui en découle et garantit un revenu plus équitable au producteur.

3. Limiter sa consommation de viande à deux ou trois fois par semaine est bénéfique, tant pour notre santé que pour l'environnement. Préférez les viandes maigres tels que lapins, volailles et porcs car ils nécessitent moins de nourriture, leur empreinte écologique est donc moins élevée

4. Ne jetez aucun déchet dans la nature, pas même un chewing-gum. Constitués de matière plastique et autres produits issus de l'industrie chimique pétrolière, il met en moyenne 5 ans à se dégrader.

5. Limitez vos déchets. L'emballage superflus de certains produits constitue une réelle source de pollution. Un emballage en papier se décompose en 2 à 5 mois. Alors qu'une conserve ou canette en aluminium met jusqu'à 100 ans, un emballage ou sac plastique (fabriqué à partir de pétrole) 400 ans, une bouteille en plastique de 100 à 1000 ans, des

barquettes alimentaires de polystyrène expansé mettent près de 1000 ans à se décomposer et les bouteilles en verre 4000 ans, sauf bien sûr si elles sont recyclées.

6. Préférez les boîtes à tartine ou Tupperware à l'aluminium. L'exploitation de ce métal est responsable d'une déforestation massive et de la destruction d'écosystèmes et de paysages. Vous pouvez aussi relancer la mode des gourdes pour limiter les déchets de canettes et briques de jus.

7. Pensez à installer vos bureaux et pièces de séjour dans des endroits naturellement éclairés par le soleil et installer les plans de travail à côté des fenêtres. De plus, peindre les murs en couleurs claires et installer des miroirs fait refléter la lumière et permet de diminuer votre facture d'électricité.

8. Partir à vélo, à pieds ou en rollers pour des courtes distances. C'est meilleur pour la couche d'ozone, pour notre santé et pour les poumons. Car à vélo, on est plus haut que dans une voiture et donc on absorbe moins les gaz des pots d'échappements.

9. Plantez un arbre. Un arbre de taille moyenne absorbe environ 6 kg de CO₂ par an et peut donc éliminer en 40 ans jus-que 250 kg de CO₂.

10. Ne laissez pas votre chargeur de téléphone branché. Le chargeur de votre téléphone portable branché dans la prise est chaud même lorsqu'il n'est pas relié au téléphone car il continue de capter de l'électricité. On estime la perte d'énergie à 95% lorsque vous laissez le chargeur branché en permanence.

11. Faites la traque aux lumières rouges. Les appareils en mode veille consomment encore de l'électricité. Une télévision en veille toute une nuit utilise plus d'énergie que pour regarder 2 films entiers.

12. Recyclez les piles usagées qui polluent énormément. Mieux encore, optez pour des piles rechargeables qui peuvent être réutilisées entre 400 et 1000 fois ou évitez les appareils ou jouets nécessitant des piles.

13. Privilégiez les vêtements en matières naturelles; en laine, soie, lin, chanvre ou coton biologique. Les vêtements en fibres polaires, tous doux et fabriqués à partir de bouteilles de plastique recyclées sont aussi moins polluants à la fabrication que le polyester, nylon ou lycra qui utilisent un cocktail de produits toxiques.

14. Limitez vos achats de GSM, ordinateurs et consoles de jeu. Ils ont tous les trois besoin de coltan pour leur fabrication. Les gorilles en souffrent énormément car l'exploitation de ce minerais rare détruit complètement leur habitat. Depuis 1998, leur population au Congo est passée de 17 000 à moins de 3 000 gorilles. Ne jetez pas votre vieux gsm à la poubelle, il peut être recyclé.

15. Stop aux pubs papier. Chaque année, 40kg de publicités arrivent dans votre boîte aux lettres. Y coller un autocollant pour interdire les publicités permet de sauver un arbre entier. Pour les feuilles de cours, cahiers choisir des papiers recyclés et utiliser les deux faces d'une feuille.

16. Nettoyez la planète.

En organisant par exemple une journée avec ta classe pour ramasser les déchets polluants et sacs en plastique dans les bois, sur la plage,...

17. Prenez des petites douches au lieu de longs bains qui consomment cinq fois plus d'eau. Fermer le robinet quand on se brosse les dents permet d'économiser 12 bouteilles d'eau par an.

18. Les transports en commun ou le train sont beaucoup plus respectueux de l'environnement que la voiture, principale source de pollution de l'air urbain. S'il n'y a pas encore de transports en commun dans votre commune, optez pour le co-voiturage, souvent très sympathique. Pour les longues distances, privilégiez le train sans hésiter, c'est le moyen de transport le moins cher, le moins polluant et le moins fatiguant.

19. Installez un compost dans votre jardin ou un bac à compost sur votre terrasse. Un compost permet de réduire de 20 à 30% vos ordures ménagères. De plus, il constitue un formidable engrais pour les plantes et arbres de votre jardin.

20. Aux toilettes, optez pour une chasse d'eau à double vitesse, la plus petite utilise deux fois moins d'eau. Surtout ne jetez dans vos toilettes ni tampon, ni serviette hygiénique ni préservatif, ils polluent les cours d'eau. Savez-vous que dans certains pays d'Asie le papier toilette est jeté dans la poubelle et non dans la cuvette ?

Extrait du *Swarado* (supplément du journal *Le Soir*), du 24 au 30 octobre 2006, pages 4 et 5.

Quinze pistes pour sortir du piège climatique

Agir contre le réchauffement, oui, mais comment ? Une théorie très en vue tient peut-être la solution pour réduire nos émissions de CO₂ . . de façon pragmatique.

THÉORIE DES COINS: 7 SOLUTIONS A CHOISIR PARMIS 15 !

Socolow et Pacala ont recensé 15 mesures dont chacune, si elle est appliquée, permet de réduire de 1 gigatonne (soit 1 "coin") les émissions de carbone attendues en 2055. Au final, il suffirait que 7 de ces 15 mesures soient mises en place pour ramener les rejets de carbone à leur niveau de 2005. Tandis que gagner plus de 7 coins permettrait de les abaisser. Après 2005, un effort devra néanmoins être fait pour diminuer les émissions.

Coin: il s'agit d'une activité réduisant les émissions qui commence à zéro aujourd'hui et s'accroît linéairement durant 50 ans, jusqu'à représenter une de 1 Gt de carbone pour l'année 2055.

- **Le "coin" des véhicules.** En 2050, 2 milliards de véhicules devraient rouler sur Terre, consommant en moyenne 8 litres aux 100 km. Les remplacer par des véhicules consommant deux fois moins permet de gagner un coin. Ce qui est possible en jouant sur leur taille, leur puissance et leur technologie.
- **Le "coin" des trajets.** Actuellement, un véhicule moyen parcourt 16000 km/an environ. Diviser par deux cette distance gagne un coin. Comment ? En développant les transports en commun, le télétravail, les pratiques "vertueuses" (covoiturage, vélo, réduction de la distance domicile/travail, etc.).
- **Le "coin" de l'habitat.** L'idée est de réduire d'un quart, d'ici à 2050, les rejets de carbone émis par les maisons. Car en termes de conception et d'isolation, des technologies existent pour réduire l'énergie consommée en climatisation, chauffage, éclairage...
- **Le "coin" des centrales au charbon.** En 2055, l'efficacité des centrales au charbon devrait atteindre 40% (32 % aujourd'hui). Il s'agit de hisser ce chiffre à 60 %, en améliorant leur conception et leurs matériaux.

- **Le "coin" des centrales au gaz.** Le but est de remplacer, à hauteur de 1400 GW, des centrales au charbon par d'autres au gaz qui sont moitié moins émettrices de carbone. Ceci revient à quadrupler le nombre des centrales au gaz actuelles.
- **Le "coin" du carbone*.** Il s'agit ici de capturer et d'enfouir dans des couches géologiques étanches, les émissions de carbone des centrales au charbon, à raison de 800 GW par an, ou de celle au gaz (1600 GW). On pelle ce principe CCS (Carbon Capture and Storage, ou capture et stockage du carbone). En 1999, les centrales au charbon ont produit 1060 GW au niveau global.
- **Le "coin" de l'hydrogène*.** Fabriquer 250Mt d'hydrogène avec du charbon (le double avec du gaz), en l'utilisant ensuite comme combustible pour véhicules, avec CCS, gagne un coin. Aujourd'hui, la production d'hydrogène est de 40 Mt (1 mégatonne = 1 million de tonnes). Ceci suppose l'existence d'infrastructures *ad hoc*.
- **Le "coin" des carburants synthétiques*.** Les "synfuels" sont des carburants synthétiques à base de charbon, dont la production risque d'être généralisée par les pays riches en charbon (Chine, Etats-Unis). Ils sont deux fois plus émetteurs de carbone que l'essence. Si la fabrication de ces carburants s'effectue avec CCS, à raison de 30 milliards par an, on gagne un coin.
- **Le « coin » du nucléaire.** Il s'agit de remplacer la puissance de 700 GW des centrales au charbon par du nucléaire, très peu émetteur. Ceci suppose de tripler le parc nucléaire actuel. A noter que sortir du nucléaire fait perdre un demi-coin.
- **Le "coin" de l'éolien.** Construire 2 millions d'éoliennes de 1 MW, soit 40 fois le parc actuel, fait gagner un coin. Certes, l'ensemble occuperait une surface de 30 millions d'hectares (plus de la moitié du territoire français); mais l'espacement des éoliennes permet éventuellement d'autres usages du sol (agriculture).
- **Le "coin" du solaire.** Autre coin gagné: installer 700 fois la capacité actuelle des panneaux solaires, soit environ 2 millions d'hectares de panneaux pour une puissance de 2 000 GW. Leur prix très élevé pose pour l'instant problème. Mais des technologies solaires à haute température ouvrent déjà des perspectives.
- **Le "coin" de la pile à combustible.** Les véhicules dotés d'une pile à combustible doivent être rechargés en hydrogène. Si celui-ci était fabriqué par électrolyse de l'eau, à parti d'éoliennes, il en faudrait 4 millions de 1 MW (pour 2 milliards de véhicules) pour gagner un coin. C'est 80 fois la puissance installée actuelle.
- **Le "coin" des biocarburants.** Pour le même parc automobile, multiplier par cent la production actuelle en éthanol du Brésil et des Etats-Unis réunis gagne un coin. Ce qui implique de mettre en culture 250 millions d'hectares, soit 1/6^{ème} des surfaces agricoles mondiales.
- **Le "coin" des forêts.** Arrêter la déforestation, très émettrice de carbone, et doubler en même temps le rythme actuel de reboisement, pour arriver à 300 millions d'hectares de nouvelles plantations en 2055, pourrait, selon certaines estimations, faire gagner un coin.
- **Le "coin" de l'agriculture.** La pratique du labour expose le carbone du sol à l'air libre et provoque ainsi sa libération. Certaines pratiques agricoles, comme les semences sans labour, permettent au sol de reconstituer son stock de carbone. Appliquer cette pratique à toutes les terres cultivées (1 /10^{ème} pour l'instant) permettrait de gagner un coin

*Attention, ces options supposent la mise en exploitation de sites de stockage souterrain. Le principal site actuel (Sleipner) est situé au large de la Norvège. Il ensevelit 1 million de tonnes de CO₂ par an. Ce chiffre doit être multiplié par 3 500 d'ici à 2055.

D'après *Sciences et Vie*, n°1061, février 2006, pages 64 à 67.

Quel est votre bilan carbone ?

1. A la maison

1. Avez-vous fait construire votre logement ?	Score	2. Comment votre logement est-il chauffé ?	Score
Oui	170	Chauffage collectif ou fioul	590
Non, mais je l'ai acheté sur plan	170	Chauffage individuel au gaz	400
Non, j'ai acheté un logement ancien	0	Chauffage individuel électrique	450
Non, je suis locataire	0	Chauffage individuel solaire ou bois	0

3. De quel système d'isolation thermique votre habitation est équipée ?	Score	4. En hiver, lorsque vous restez à la maison, vous êtes :	Score
Isolation des fenêtres	- 35	Souvent en pull	0
Isolation des murs	- 55	Parfois en pull	45
Isolation du toit	- 55	Rarement en pull	90
A priori aucun	0		

5. Comment votre eau chaude est-elle produite ?	Score	6. Vous prenez un bain...	Score
Chauffage collectif ou fioul	85	Tous les jours	115
Chauffage individuel au gaz	75	Tous les deux jours	60
Chauffage individuel électrique	60	Seulement le week-end	35
Chauffage individuel solaire ou bois	0	Rarement	5

7. Vous prenez...	Score	8. A quoi vos appareils de cuisson fonctionnent-ils ?	Score
Deux douches par jour	75	Au gaz	20
Une longue douche par jour	55	À l'électricité	30
Une douche rapide par jour	20	Au gaz et électricité	15
Rarement des douches	0		

9. En dehors des appareils de cuisson, quels autres appareils possédez-vous ?	Score
Frigo, TV, lave-linge	90
Lave-vaisselle	45
Sèche-linge	75
Congélateur	60

2. A votre travail

1. Quelle distance parcourez-vous en voiture, moto ou mobylette pour aller au travail ou à l'école ?	Score	2. Quelle distance parcourez-vous en bus ou en car pour aller au travail ou à l'école ?	Score
Moins de 10 km	120	Moins de 10 km	55
Entre 10 et 20 km	360	Entre 10 et 20 km	170
Plus de 20 km	600	Plus de 20 km	290
Je prends rarement la voiture	0	Je prends rarement le bus	0

3. Quelle distance parcourez-vous en métro ou en train pour aller au travail ou à l'école ?	Score	4. Allez-vous à pied, à vélo ou en rollers ?	Score
Moins de 10 km	15	Oui	0
Entre 10 et 20 km	45	rarement	0
Plus de 20 km	75		
Je prends rarement le train	0		

5. En général quand vous êtes au volant, votre conduite est...	Score	6. Effectuez-vous plus de 5 déplacements professionnels de plus de 100 km dans l'année ?	Score
Très souple	- 190	Oui, en voiture ou en moto	330
Normale	0	Oui, en train	30
Agressive	190	Oui, en avion	1000
Je conduis rarement	0	Rarement	0

7. Habituellement en semaine, dans quel lieu vous trouvez-vous ?	Score	8. Votre lieu de travail est-il climatisé ?	Score
Ecole	65	Oui	20
Bureau ou autre local chauffé	530	Non	0
Local non chauffé ou extérieur	0		
A la maison	0		

3. Pendant votre temps libre

1. Comment vous rendez-vous au restaurant o chez des amis ?	Score	2. Vous faites les boutiques	Score
En voiture, à moto ou à mobylette	60	Maximum 5 fois par an	5
En transport en commun	20	Maximum 2 fois par mois	25
À pied	0	Environ 1 fois par semaine	50
Il n'y a pas de règles	35	Plusieurs fois par semaine	100

3. Lorsque vous faites les boutiques, les faites-vous en dehors des courses alimentaires ?	Score	4. Concernant l'habillement, vous êtes plutôt du genre...	Score
Oui, en voiture, à moto ou à mobylette	55	Toujours à la dernière mode	20
Oui, en transport en commun	10	J'achète en début et fin de saison	10
Oui, à pied ou à vélo	0	Je m'habille par nécessité	5
Non, je les fais en même temps	0	Je m'habille dans les friperies	0

5. Ces 12 derniers mois, à quoi avez-vous occupé une partie de votre temps libre ?	Score	6. Pour vos activités culturelles et sportives, vous utilisez votre voiture, moto ou mobylette ?	Score
À passer la tondeuse à gazon à essence	5	Presque tous les jours	330
À peindre ou à tapisser	10	1 à 2 fois par semaine	110
À faire de la maçonnerie	55	1 à 2 fois par mois	25
À aucune de ces activités	0	Rarement	0

7. Quotidiennement, combien de temps passez-vous devant la télévision ?	Score	8. Lequel de ces sports pratiquez-vous régulièrement ?	Score
Plus de 3 heures	15	Moto ou sport mécanique	110
Entre 1 et 3 heures	0	Bateau de plaisance à moteur	200
Moins d'une heure	0	Golf	20
Rarement	0	Aucun de ces sports	0

4. En vacances

1. Où séjournez-vous généralement en vacances ?	Score	2. Quand vous partez en week-end, quel moyen de transport utilisez-vous le plus souvent ?	Score
Hôtel club de vacances	5	La voiture ou la moto	85
Camping, auberge de jeunesse	0	Le train	30
Résidence secondaire, location	15	L'avion	430
Chez des amis, chez l'habitant	0	Je pars rarement en week-end	0

3. Au cours de ces 12 derniers mois, êtes-vous parti vers une destination à moins de 400 km de Bruxelles ?	Score	4. Au cours de ces 12 derniers mois, êtes-vous parti vers une destination à plus de 400 km de Bruxelles ?	Score
Oui, en voiture	25	Oui, en voiture	70
Oui, en train	0	Oui, en train, en bateau, en car	10
Oui, en avion	35	Oui, en avion	100
non	0	non	0

5. Au cours de ces 12 derniers mois, êtes-vous parti vers une destination située entre 3 et 15 h de vol ?	Score	6. Au cours de ces 12 derniers mois, êtes-vous parti vers une destination située à plus de 15 h de vol ?	Score
Oui, 1 fois	480	Oui, 1 fois	1200
Oui, 2 fois	960	Oui, 2 fois	2400
Oui, 3 fois et plus	1700	Oui, 3 fois et plus	4200
non	0	non	0

7. Au cours de ces 12 derniers mois, êtes-vous parti aux sports d'hiver ?	Score
Oui, en voiture	50
Oui, en train	35
Oui, en car	45
non	0

5. A table

1. Vous êtes...	Score	2. Mangez-vous bio ?	Score
Un enfant de moins de 12 ans	50	Oui, y compris la viande	- 25
Une femme	60	Oui, mais pas la viande bio	- 15
Un homme	80	Oui, de temps en temps	-5
		Rarement	0

3. Vous mangez du bœuf, de l'agneau ou du veau...	Score	4. Vous mangez de la volaille ou du porc...	Score
2 fois par jour	270	2 fois par jour	110
1 fois par jour	130	1 fois par jour	55
3 fois par semaine	65	3 fois par semaine	25
Rarement	45	Rarement	20

5. Vous mangez du poisson...	Score	6. Consonnez-vous des tomates fraîches au printemps ?	Score
2 fois par jour	85	Oui	20
1 fois par jour	45	Non	0
3 fois par semaine	20		
Rarement	15		

7. Vous buvez de l'eau...	Score	8. Vous consommez du vin ou de la bière en bouteille...	Score
Du robinet	5	Presque tous les jours	35
En bouteille	15	Quelques fois par semaine	10
		Quelques fois par mois	5
		Rarement	0

9. Comment faites-vous la plupart de vos courses alimentaires ?	Score	10. Que mangez-vous le plus souvent ?	Score
À pied ou à vélo	0	Des plats faits « maison »	15
En transport en commun	30	Conserves, surgelés, plats préparés	25
En voiture, moto ou mobylette	130		
Je me fais livrer	25		

11. Triez-vous vos déchets ?	Score
Oui, le verre	- 10
Oui, les emballages	- 5
Oui, le verre et les emballages	- 15
Non, je ne trie pas	0

Calculez votre score :

À la maison		} Vos émissions annuelles (kg équivalent carbone/an)
	+	
Au travail		
	+	
Temps libre		
	+	
En vacances		} =
	+	
A table		
	+	
Infrastructures dont nous bénéficions tous	500	

Si tout le monde vivait comme vous, combien de planètes faudrait-il pour absorber le carbone ?
Pour le savoir, divisez votre score par 500.



Votre profil :

- De 500 à 2.200 points (entre 1 et 4,4 planètes)
Un score de 500 kg eq. C signifie que vous êtes soit un nouveau-né (valeur minimale), soit en hibernation. Un peu au-delà votre impact est relativement faible par rapport à la moyenne
- De 2.200 à 3.000 points (entre 4,4 et 6 planètes)
Cette fourchette correspond à l'empreinte climatique moyenne des Belges. Vous pouvez sans doute diminuer ce score en optimisant votre chauffage et en limitant l'usage de la voiture.
- De 3.000 à 12.500 points (entre 6 et 26 planètes)
La capacité d'absorption annuelle de la Terre par personne étant de 500 kg eq. C, il faudrait plusieurs planètes pour absorber vos émissions et celles de vos congénères. Vous pouvez diminuer ce score en préférant le train à l'avion.

In « Le Soir » du 17 mars 2004.

6. Pour conclure

Climat, la grande menace ?

Réchauffement climatique : La vie ne sera plus comme avant

Malgré les nombreux indices, malgré l'accumulation d'éléments scientifiques, nos sociétés ne semblent pas encore avoir pleinement pris conscience des bouleversements que provoquera le réchauffement climatique. Malgré les bonnes résolutions, la prudence politique et les vieilles habitudes dominent.

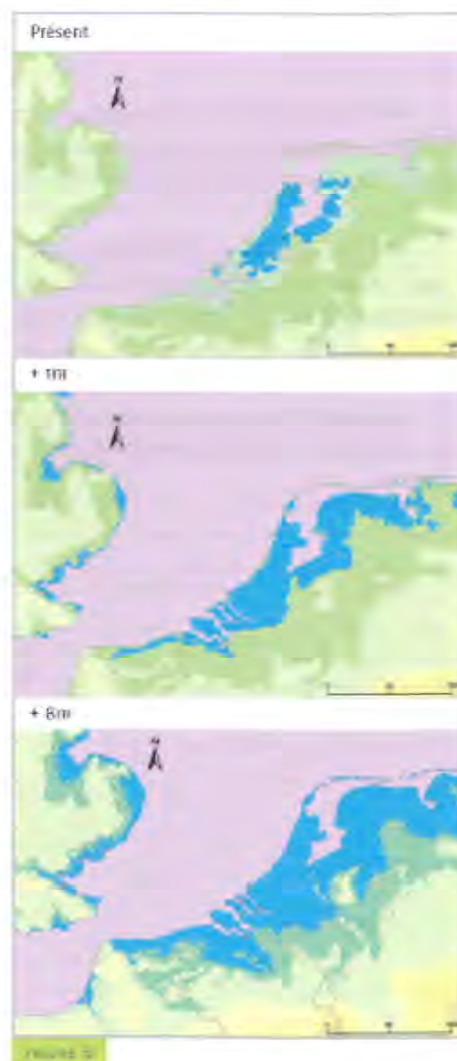
Par Jean-Paul Vankeerberghen

« Bruxelles, 2 août 2044, 7h du matin. La chaleur écrasante est toujours là. L'ozone aussi. La sécheresse dure depuis la fin mai, les cultures irriguées depuis une vingtaine d'années ne le sont plus. La puissance de la centrale électrique au gaz-vapeur de Tihange a dû être réduite car la Meuse est trop basse, et les éoliennes tournent au ralenti, faute de vent. Les scouts aident à hydrater les personnes âgées dans les homes, dont les climatiseurs ne fonctionnent que trois heures par jour, faute d'électricité. L'office des étrangers est débordé par l'afflux d'Égyptiens à la suite de l'invasion de la moitié du delta du Nil par la Méditerranée. Et la guerre de l'eau entre la Turquie et la Syrie s'est encore aggravée... »

On peut être un scientifique reconnu et avoir de l'imagination. De l'imagination ? Ce scénario, rédigé par le Professeur Jean-Pascal van Ypersele (UCL), est certes une fiction, mais il repose sur des données scientifiques qui font penser que de tels événements ne sont pas improbables. Dans moins de quarante ans !

Ce scénario d'un des climatologues les plus réputés de notre pays introduit un dossier dont il a dirigé la réalisation l'an dernier, en compagnie de son collègue Philippe Marbaix, à la demande de Greenpeace. Avec l'aide d'autres experts, ils ont établi des prévisions sur ce que pourrait vivre la Belgique dans quelques dizaines d'années. Du moins si le monde ne parvenait pas à réduire de manière importante la pollution atmosphérique qui accroît l'effet de serre et cause un réchauffement important de nos climats.

Ne devrait-on pas se réjouir d'avoir un peu plus chaud ? Malheureusement, la perspective n'est pas de se prélasser sous des palmiers à Ostende. Les évolutions climatiques se produisent habituellement très lentement, à l'échelle des millénaires. Le caractère brutal du réchauffement prévu risque de bouleverser les



Étendues situées sous le niveau de la mer, qui seraient inondées en l'absence de protection (en bleu).
En haut: situation actuelle.
Au milieu: situation correspondant à une hausse de 1 m du niveau de la mer.
En bas: hausse de 8 m, qui pourrait être atteinte en l'an 2050 dans un scénario climatique moyen.
Source: UCL, Département de Géographie.

écosystèmes et d'accroître les déséquilibres et l'instabilité des phénomènes climatiques.

Bouleversements

Les divers scénarios des experts pour le 21^{ème} siècle permettent de prévoir, par rapport à 2000, une élévation de la température en Belgique de 1,7 à 6,6°C en 2100. Les précipitations augmenteraient de 6 à 23% en hiver mais pourraient diminuer jusqu'à 50% en été.

Nous devrions connaître des hivers moins froids mais plus nuageux, tandis que la probabilité de vagues de chaleur sévères (comme en 2003) serait accrue. Les pluies intenses seraient plus nombreuses, de même sans doute que les tempêtes.

Les inondations seraient plus fréquentes, avec des conséquences socio-économiques qui pourraient être lourdes. Les sécheresses en été seraient responsables de pénuries d'eau et d'une dégradation de la qualité des eaux.

La hausse du niveau de la mer accroîtrait l'érosion de la côte et le risque d'inondations étendues lors de tempêtes. Une hausse d'un mètre du niveau de la mer noierait 63 000 hectares. Dans mille ans, avec une hausse possible de huit mètres, c'est plus du dixième du territoire belge qui se trouverait sous le niveau de la mer.

On enregistrera probablement des changements importants dans la biodiversité, la disparition de nombreuses espèces et la progression vers le nord de nombreuses espèces des régions chaudes. Des changements de ce genre ont déjà été observés. Les végétaux seront aussi touchés. Par exemple, les arbres à longue durée de vie (chênes, hêtres...) pourraient être confrontés à un climat défavorable à leur développement et souffrir de problèmes liés aux parasites et aux maladies. Les changements climatiques aggraveront les conséquences, déjà nuisibles aujourd'hui, de notre mode de vie sur l'environnement.

D'autres régions du monde connaîtront probablement des modifications encore plus dramatiques, spécialement les pays les plus pauvres, qui auront beaucoup moins que nous les moyens de combattre les conséquences des changements climatiques. Il en résultera une augmentation de la pression migratoire vers les pays plus riches et mieux protégés.

La communauté internationale commence à prendre conscience de dangers qui planent sur le troisième millénaire. La convention de Kyoto, qui prévoit une limitation des émissions de gaz à effet de serre, vient enfin d'entrer en vigueur. Mais ses effets, à supposer que ses objectifs soient atteints, seront tout à fait insuffisants. Et le plus gros pollueur de la planète, les Etats-Unis, reste à l'écart du mouvement.

Même en Europe, le courage politique fait souvent défaut. Ainsi, en vue du sommet européen des 22 et 23 mars 2005, qui doit fixer des objectifs à long terme (2020 et 2050), le gouvernement belge n'a guère soutenu la proposition de réduire les émissions de 15 à 30% d'ici à 2020. Or, il s'agit d'objectifs indispensables si l'on veut ralentir le réchauffement et le maintenir sous la barre des 2°C.

Comment l'homme réchauffe la planète

Notre globe a toujours connu des variations climatiques. Il y a 16 000 ans, la calotte glaciaire descendait jusqu'au 50^e parallèle dans l'hémisphère Nord, c'est-à-dire au niveau de la Belgique. Plusieurs facteurs concourent à ces variations climatiques. Les premiers appartiennent aux relations que la Terre et le Soleil nouent au fil des millénaires: variations de l'orbite terrestre, de l'inclinaison de l'axe de la Terre, de la distance Terre-Soleil jouent aussi des modifications de l'intensité du rayonnement solaire.

Notre climat est également tributaire de facteurs propres à la Terre: courants océaniques, courants atmosphériques, etc...

La nouveauté est que, depuis la révolution industrielle, l'homme a acquis une telle puissance technique et économique que ses activités ont un impact croissant sur son environnement.

Depuis 1850, on a assisté à une montée notable des températures. Depuis cette date, la température moyenne à la surface de la Terre a augmenté d'environ 1°C. Dans cette augmentation, il y a probablement une part de réchauffement naturel mais l'essentiel est lié aux activités de l'homme. En tout cas, le réchauffement s'est accéléré en fin de siècle: les quinze dernières années ont connu plusieurs records de chaleur.

L'activité de l'homme a principalement un impact sur l'effet de serre. Celui-ci est un phénomène naturel indispensable à la vie sur la Terre: s'il n'existait pas, la température moyenne globale serait de -18°C et la surface de notre globe ne serait qu'un vaste désert de glace. Ce phénomène est dû à des gaz présents dans l'atmosphère (vapeur d'eau, gaz carbonique, méthane et autres), qui absorbent et renvoient vers la surface terrestre une partie du rayonnement infrarouge que celle-ci dégage et qui représente une importante déperdition de chaleur.

Les activités de l'homme depuis deux siècles ont conduit à une augmentation importante des gaz à effet de serre: gaz carbonique CO₂, méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O) et chlorofluorocarbures (CFC).

Toute combustion d'énergie fossile (charbon, pétrole, gaz naturel) produit du CO₂. Il en va de même de la combustion du bois. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère est aussi augmentée par la déforestation. C'est le CO₂ qui se taille la part du lion dans la production de gaz à effet de serre d'origine humaine. La concentration de CO₂ dans l'atmosphère a connu une progression exponentielle depuis les débuts de la révolution industrielle. Au début du 19^{ème} siècle, la concentration de gaz carbonique était de 280 ppm (parties par million), soit 280 cm³ de CO₂ par mètre cube d'air. En 1958, cette concentration atteignait 315 ppm et on en est à 370 ppm aujourd'hui.

Tous les scénarios des experts prévoient une poursuite de l'augmentation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Et elle sera considérable. Le troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui date de septembre 2001, souligne que les six scénarios possibles (du plus optimiste au plus pessimiste) prévoient, pour 2100, une concentration en CO₂ se situant entre 540 et 970 ppm. Cela se traduirait par une augmentation de la température moyenne mondiale de 1,4 à 5,8 °C entre 1990 et 2100. Cette valeur est deux à dix fois plus grande que le réchauffement observé au cours du 20^{ème} siècle. Ce rythme du réchauffement sera sans précédent au cours des dix derniers millénaires.

Le niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale devrait augmenter de 9 à 88 centimètres entre 1990 et 2100.

Le réchauffement climatique risque d'avoir des conséquences particulièrement graves pour les populations à faibles revenus des pays tropicaux et subtropicaux: problèmes de santé supplémentaires, d'approvisionnement en eau, baisse de la productivité agricole, inondation des zones côtières basses (deltas) parfois très peuplées...

D'après « Le Ligueur », n°11, 16 mars 2005, page 2

7. Des images pour le dire



Le Rover

