

ANALYSE DU RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE CONTEMPORAIN ET DES TYPES DE TEMPS OBSERVES DANS LE NORD-EST DE LA FRANCE ET LE SUD-OUEST DE L'ALLEMAGNE DE 1981 A 2000

L. WAHL

*Université de Nancy 2 -UFR des sciences historiques, géographiques et de musicologie 3, Place Godefroy de
Bouillon, BP 3397 - 54015 NANCY Cedex E-Mail : laurent.wahl@wanadoo.fr*

Résumé

L'analyse des données thermométriques nous montre un accroissement sensible des températures durant la fin du 20^{ème} Siècle. L'augmentation des températures observées au cours de la dernière décennie par rapport à la normale 1961-1990 s'échelonne entre +0,7°C et +0,9°C. Le réchauffement est pratiquement aussi intense en plaine qu'à moyenne et haute altitudes. Il n'existe plus de différences entre les stations urbaines et rurales. La hausse des températures est particulièrement marquée en hiver. L'analyse des fréquences d'occurrence des types de temps, de 1981 à 2000 en parallèle, indique une prédominance des situations perturbées (60%) avec une augmentation des types de temps perturbés de SW. Les situations anticycloniques n'évoluent guère, si ce n'est une augmentation des situations de type A (Anticyclone centré sur la région) ou AM (anticyclone maritime)

Abstract

The analysis of thermometric data show us a significant augmentation of the temperatures during the end of the 20th century. The Temperatures are above the normal 1961-1990 between 0,7°C to 0,9°C at all the stations. The global warming has the same intensity in the plain or at middle or high altitude. They are not a difference between urban and rural stations. The positive anomaly of the temperature are particularly severe during the winter. The analysis of weather type occurrences, from 1981 to 2000, show a predominance of the perturbed situations (60%) with an augmentation of the South-West perturbed situations. The anticyclonic situations are similar during this period, rather an augmentation of the type A (Anticyclone over the country) or AM (maritime anticyclone).

Mots-clés : Réchauffement climatique, température, type de temps, France, Allemagne. **Key-words** : Climate variability, temperature, weather type, France, Germany.

Introduction

L'analyse de longues séries de données thermométriques a permis de mettre en évidence un accroissement significatif des températures au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle (MOISSELIN et AL, 2002). Ce réchauffement est confirmé à partir de données fiables et homogènes, avec un accroissement de +0,5°C pour les stations continentales et maritimes des deux hémisphères. En France, le réchauffement est de l'ordre de +0,7°C à +1,7°C par siècle pour les températures minimales et de 0°C à +1,3°C par siècle pour les températures maximales d'après les travaux effectués par le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Evolution du Climat) en 2001. L'analyse des données paléoclimatologiques montre que l'intensité du réchauffement au cours du 20^{ème} Siècle est sans précédent depuis 1000 ans (DENEUX 2002). Superposé à cette tendance générale, on relève des fluctuations inter-décennales de grande amplitude comme le refroidissement temporaire observé entre 1940 et 1970 ou l'accroissement marqué des températures au cours de la dernière décennie (1991-2000).

1. Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est d'analyser l'intensité du réchauffement climatique contemporain à l'échelle régionale (NE de la France et SW de l'Allemagne) pour des sites variés (urbain, périurbain, rural, de plateau, sommital) afin de voir s'il existe des nuances régionales induites par la topographie ou l'occupation du sol. Cette analyse se fera à partir des températures minimales, maximales et moyennes qui auront été observées au cours des 4 dernières décennies du 20^{ème} siècle. L'examen des températures moyennes, par décennie, et pour l'ensemble du siècle, pour les stations de Strasbourg et du Sântis (Tableau) montre un accroissement sensible des températures de 1961 à l'an 2000.

Tableau 1 : Evolution des températures moyennes décennales au cours du 20^{ème} siècle pour la station de Strasbourg-ville (139m) et le Sântis (2490m).

	1901/10	1911/20	1921/30	1931/40	1941/50	1951/60	1961/70	1971/80	1981/90	1991/00
STRASBOURG	+9,9	+10,2	+10,3	+10,2	+10,5	+10,5	+10,5	+10,7	+11,2	+11,9
SANTIS	-2,7	-2,4	-2,0	-2,2	-1,6	-1,9	-2,1	-2,1	-1,3	-0,9

Une étude fréquentielle des types de temps sera effectuée pour les deux dernières décennies ; étant donné que le climat est « la résultante de la série d'états atmosphériques au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle » d'après la définition établie par Max SORRE. On essaiera de déterminer s'il existe des modifications au niveau de la fréquence d'occurrence de certains types de temps caractéristiques induites par le réchauffement climatique contemporain.

2. Sélection des stations climatiques

Les données climatologiques utilisées dans cette étude proviennent de stations de premier et second ordre réparties dans le Nord-Est de la France et le Sud-Ouest de l'Allemagne à l'exception de la station du Sântis qui se trouve en Suisse dans le canton d'Appenzell. Le choix de ces stations s'est fait en fonction du site et de la validité des données. Les données issues des stations françaises ont été corrigées et validées par Météo-France. L'homogénéisation des données a été réalisée par le programme PRODIGE. Les caractéristiques des 18 stations prises en considération sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau2).

Tableau 2 : Coordonnées géographiques et caractéristiques des stations sélectionnées.

STATIONS	PAYS	LAT.	LONG.	ALT.	SITE/ ZONE
BALE-MULHOUSE	France	47°36'N	7°31'E	270 m	plaine / périurbain
BELFORT	France	47°38'N	6°53'E	422 m	plateau / rurale
BESANCON	France	47°10'N	6°00'E	307 m	plateau / périurbain
COLMAR-MEYENHEIM	France	47°55'N	7°24'E	208 m	plaine/ rurale
DIJON-LONGEVIC	France	47°16'N	5°05'E	219 m	plaine / périurbain
FELDBERG	Allemagne	47°53'N	8°00'E	1493 m	montagne / sommet
FREUDENSTADT	Allemagne	48°27'N	8°25'E	740 m	plateau / rurale
KARLSRUHE	Allemagne	49°02'N	8°22'E	114m	plaine/ urbaine
LANGRES	France	47°50'N	5°19'E	464 m	plateau / rurale
LOXEVILLE	France	48°44'N	5°23'E	313 m	plateau / rurale
LUXEUIL	France	47°47'N	6°21'E	272 m	vallée / rurale
MANNHEIM	Allemagne	49°32'N	8°29'E	96 m	plaine / urbaine
METZ-FRESCATY	France	49°05'N	6°08'E	190 m	plateau/ périurbaine
NANCY-ESSEY	France	48°41'N	6°13'E	212m	vallée / périurbaine
SANTIS	Suisse	47°15'N	9°21'E	2490 m	montagne / sommet
STRASBOURG-ENTZHEIM	France	48°35'N	7°38'E	151 m	Plaine / rurale
STUTTGART	Allemagne	48°47'N	9°11'E	391m	plateau / périurbaine

Tableau 3 : Evolution des températures minimales, moyennes et maximales par décennie. *E* : écart observé entre la dernière décennie 1991-2000 et la normale 1961-1990.

STATIONS		1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	E
BALE-MULHOUSE	Tmin	+ 5,6°C +	+ 5,3°C +	+ 5,8°C +	+ 6,3°C +	+ 0,7°C +
	Tmoy	9,9°C +	9,9°C +	10,4°C +	10,8°C +	0,9°C +
	Tmax	14,2°C	14,4°C	14,9°C	15,4°C	1,2°C
BELFORT	Tmin	+ 5,4°C +	+ 5,2°C +	+ 5,4°C +	+ 6,1°C +	+ 0,8°C +
	Tmoy	9,1°C +	9,3°C +	9,5°C +	10,2°C +	0,9°C +
	Tmax	12,9°C	13,4°C	13,7°C	14,3°C	1,0°C
BESANCON	Tmin	+ 5,7°C +	+ 5,7°C +	+ 6,2°C +	+ 6,7°C +	+ 0,8°C +
	Tmoy	10,1°C +	10,1°C +	10,6°C +	11,0°C +	0,7°C +
	Tmax	14,2°C	14,4°C	14,9°C	15,3°C	0,8°C
COLMAR-MEYENHEIM	Tmin	+ 5,3°C +	+ 5,3°C +	+ 5,9°C +	+ 6,3°C +	+ 0,8°C +
	Tmoy	10,1°C +	10,0°C +	10,4°C +	11,0°C +	0,8°C +
	Tmax	14,8°C	14,8°C	14,9°C	15,7°C	0,8°C
DIJON-LONGEVIC	Tmin	+ 6,2°C +	+ 6,5°C +	+ 6,2°C +	+ 6,6°C + 11	+ 0,7°C +
	Tmoy	10,5°C +	10,6°C +	10,5°C +	10,0°C + 15,5°C	0,7°C +
	Tmax	14,8°C	14,8°C	14,8°C		0,7°C
FELDBERG	Tmin	+ 0,7°C +	+ 0,8°C +	+ 1,3°C +	+ 1,7°C +	+ 0,8°C +
	Tmoy	3,1°C +	3,2°C + 5,8°C	3,7°C + 6,4°C	4,1°C + 6,8°C	0,8°C +
	Tmax	5,8°C				0,8°C
FREUDENSTADT	Tmin	+ 3,2°C +	+ 3,5°C +	+ 3,7°C +	+ 4,0°C +	+ 0,6°C +
	Tmoy	6,4°C +	6,5°C +	6,9°C +	7,3°C +	0,7°C +
	Tmax	10,2°C	10,2°C	10,8°C	11,5°C	1,1°C
KARLSRUHE	Tmin	+ 5,8°C +	+ 6,1°C +	+ 6,4°C +	+ 7,1°C +	+ 1,0°C +
	Tmoy	10,1°C +	10,3°C +	10,5°C +	11,2°C +	0,9°C +
	Tmax	14,5°C	14,7°C	15,2°C	15,9°C	1,1°C
LANGRES	Tmin.	+ 5,3°C +	+ 5,4°C +	+ 5,9°C +	+ 6,1°C +	+ 0,6°C +
	Tmoy	8,7°C +	8,9°C +	9,3°C +	9,7°C +	0,8°C +
	Tmax	12,1°C	12,3°C	12,6°C	13,4°C	1,0°C
LOXEVILLE	Tmin.	+ 4,3°C +	+ 4,1°C +	+ 4,9°C +	+ 5,0°C +	+ 0,5°C +
	Tmoy	8,6°C +	8,7°C +	9,2°C +	9,5°C + 14,1°C	0,7°C +
	Tmax	12,9°C	13,2°C	13,4°C		0,9°C
LUXEUIL	Tmin	+ 4,1°C	+ 4,0°C	+ 4,6°C	+ 5,4°C	+ 1,2°C
	Tmoy	+ 9,2°C +	+ 9,4°C +	+ 9,9°C +	+ 10,4°C +	+ 0,9°C +
	Tmax	14,3°C	14,7°C	15,2°C	15,5°C	0,8°C
METZ-FRESCATY	Tmin	+ 5,4°C +	+ 5,6°C +	+ 6,0°C +	+ 6,4°C +	+ 0,7°C +
	Tmoy	9,6°C +	9,8°C +	10,2°C +	10,8°C +	0,9°C +
	Tmax	13,8°C	14,1°C	14,4°C	15,1°C	1,0°C
NANCY-ESSEY	Tmin	+ 5,1°C +	+ 5,1°C +	+ 5,4°C +	+ 6,2°C +	+ 1,0°C +
	Tmoy	9,4°C +	9,5°C +	9,8°C +	10,5°C +	0,9°C +
	Tmax	13,7°C	13,9°C	14,2°C	14,8°C	0,8°C
SAINT-DIZIER	Tmin	+ 5,7°C +	+ 5,8°C +	+ 6,3°C +	+ 6,9°C +	+ 0,9°C +
	Tmoy	10,3°C +	10,4°C +	10,8°C +	11,3°C +	0,8°C +
	Tmax	14,9°C	15,1°C	15,2°C	15,7°C	0,7°C
SANTIS	Tmin	- 4,5°C -	- 4,4°C - 2,1°C	- 3,7°C	- 3,3°C	+ 0,9°C +
	Tmoy	2,1°C +	+ 0,8°C	- 1,3°C +	- 0,9°C +	0,9°C +
	Tmax	0,8°C		1,4°C	1,7°C	0,7°C
STRASBOURG-ENTZHEIM	Tmin	+ 5,5°C +	+ 5,6°C +	+ 6,1°C +	+ 6,7°C +	+ 1,0°C +
	Tmoy	9,8°C +	10,0°C +	10,4°C +	11,0°C +	0,9°C +
	Tmax	14,1°C	14,4°C	14,6°C	15,3°C	0,9°C
STUTTGART	Tmin	+ 4,8°C +	+ 5,6°C +	+ 6,0°C +	+ 6,6°C +	+ 1,2°C +
	Tmoy	9,2°C +	9,4°C +	9,9°C +	10,4°C +	1,0°C +
	Tmax	13,2°C	13,5°C	13,9°C	14,6°C	1,0°C

3. Analyse du réchauffement climatique contemporain

3.1. Analyse des températures annuelles

L'analyse des températures moyennes annuelles par décennie montre un accroissement de celles-ci pour l'ensemble des postes (Tableau 3). Pour les sites de plaine, la température moyenne annuelle passe de +10°C à +11°C soit une augmentation de l'ordre d'un degré en l'espace de 40 ans, ce qui est considérable. Pour les sites de bas plateaux, comme les stations de Langres et de Loxéville, la température moyenne annuelle passe de + 8,5°C à + 9,5°C. Pour les stations de moyenne et haute altitudes: Feldberg, Sântis, on enregistre une hausse similaire à celle connue par les stations de plaine, à savoir une augmentation de +1,0°C à +1,2°C entre la première et la dernière décennie. Il est intéressant de constater, qu'il n'existe presque aucune différence entre les stations urbaines ou périurbaines (+0,7 à +1,0°C) et les stations de montagne (+0,8°C à +0,9°C) sensées être plus proches de l'atmosphère libre.

L'augmentation des températures moyennes annuelles est surtout sensible au cours de la dernière décennie (1991-2000) où les hausses s'échelonnent de + 0,7°C à +1,0°C par rapport à la normale 1961-1990. Cette hausse est équivalente à celle observée par le GIEC au cours de l'ensemble du 20^{ème} siècle. Cette tendance se retrouve également au niveau des températures minimales et maximales. L'augmentation des températures maximales est surtout sensible au niveau des stations de plateaux avec une hausse d'un degré (Freudenstadt : +1,1°C, Langres : + 1,0°C, Loxéville : +0,9°C). Elle est par contre un peu moins marquée pour les températures minimales (+0,5°C à +0,6°C).

3.2. Analyse mensuelle du réchauffement climatique

Nous avons vu que la hausse des températures moyennes annuelles était surtout sensible au cours de la dernière décennie du 20^{ème} siècle. Il s'agit de déterminer si cette hausse est généralisée à l'ensemble des 12 mois ou s'il existe certains mois où elle est particulièrement sensible (Tableau 4). Pour simplifier l'analyse nous prendrons en considération une station de plaine (Strasbourg -Entzheim) et deux stations de montagne (Feldberg et Sântis).

Tableau 4 : Ecart thermique moyens mensuels observés entre la décennie 1990 et la décennie 1980 pour les températures moyennes de 3 postes.

	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Jun.	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Entzheim	+1,0	+1,6	+0,8	+1,1	+0,9	+0,8	+0,5	+0,9	-0,3	-0,4	+0,3	+0,3
Feldberg	+1,6	+1,4	+1,0	+0,3	+0,9	+0,6	-0,2	+1,1	-0,5	-1,4	-0,4	-0,3
Sântis	+1,8	+1,0	+0,9	+0,3	+0,7	+1,0	-0,2	+1,2	-0,9	-1,3	-0,2	0,3

L'analyse de la distribution des écarts thermiques observés entre les 2 dernières décennies (Tableau 4), montre des écarts positifs très marqués en hiver avec une hausse de plus de 1,5°C en janvier, pour les stations de montagne. Cette hausse de température, maximale en janvier, n'est pas sans conséquence sur l'enneigement à moyenne altitude qui devient de plus en plus irrégulier et aléatoire. En plaine, il s'agit du mois de février qui présente le plus grand écart positif avec + 1,6°C.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser (impression de printemps frais ces dernières années) on relève également des écarts positifs au printemps (mars à mai) avec un maximum de +1,1°C en plaine pour le mois d'avril et de +1°C pour le mois de mars à moyenne altitude (Feldberg).

La saison estivale (juin à août) connaît des variations plus contrastées, surtout en montagne où l'on observe des écarts légèrement négatifs (- 0,2°C) au cours du mois de juillet. C'est pendant le mois d'août qu'on relève les écarts positifs les plus marqués avec + 0,9°C en plaine et jusqu'à +1,2°C vers 2500 m d'altitude. Il semblerait de plus en plus que ce soit le mois d'août qui prenne l'avantage sur le mois de juillet.

Il existe cependant des mois où l'on enregistre une baisse des températures qui sont regroupés en automne (septembre (-0,3°C à -0,9°C), octobre (-0,4°C à -1,4°C) et novembre en altitude (-0,2°C à -0,4°C). Nous sommes donc en présence d'une saison automnale qui tend à être plus fraîche que durant les années 1980 et ceci surtout en montagne.

On observe une tendance au réchauffement qui est surtout sensible au cours de l'hiver et au printemps. Il convient maintenant d'observer si ce réchauffement n'entraîne pas une modification de la fréquence d'occurrence de certains types de temps.

4. Analyse de la fréquence d'occurrence des types de temps au cours des deux dernières décennies

A travers l'analyse de la fréquence d'occurrence des types de temps nous essayerons de voir si le réchauffement climatique observé à une incidence sur la fréquence d'occurrence de certains types de temps. Pour cela nous utiliserons la classification établie par Patrice PAUL (1992) qui est spécialement adaptée pour le Nord-Est de la France.

4.1. La classification utilisée

La classification utilisée tient compte du champ de pression observé en surface et en altitude avec une identification des individus isobariques en précisant leur localisation par rapport au NE de la France. Elle tient compte également de la structure aérologique et de la répartition des masses d'air, qui sont délimitées par les fronts du modèle norvégien. Cette classification s'inspire de celle réalisée par Jean Mounier en 1984.

Elle se veut relativement simple et précise et repose sur l'analyse des fronts et des mouvements des dépressions, ainsi que sur le positionnement des anticyclones. Elle est adaptée au Fossé Rhénan méridional et à ses marges. Pour faciliter l'analyse nous nous limiterons à 11 catégories qui seront les suivantes :

AM : Anticyclone Maritime (*centré sur les îles Britanniques*) AC :

Anticyclone Continental (*positionné sur l'Europe Centrale*) A : Dorsale
anticyclonique issue de l'Anticyclone des Açores

AS : Anticyclone induisant un flux de secteur Sud en altitude (*niveau 500 hPa*). *Le noyau de*

F anticyclone étant positionné sur les Balkans (Europe du Sud-Est) AN : Anticyclone induisant un flux
de secteur Nord en altitude (*niveau 500 hPa*). *L'anticyclone est*

positionné au-dessus de la Scandinavie ou de la Mer du Nord PO : Temps Perturbé d'Ouest avec un
courant zonal particulièrement marqué à 500 hPa PNO : Temps Perturbé de Nord-Ouest PSO : Temps Perturbé de
Sud-Ouest

PN : Temps perturbé de Nord (*talweg dépressionnaire sur l'Europe Centrale*)

PS : Temps perturbé de Sud (*dépression centrée sur le golfe de Gascogne*)

PRE : Temps perturbé avec retour d'Est (*dépression centrée sur le Golfe de Gênes*)

4.2. Fréquence d'occurrence des situations synoptiques de 1981 à 2000

Pour des raisons de simplicité nous analyserons séparément les fréquences d'occurrence des situations anticycloniques (AM, AC, A, AS, AN) et des situations perturbées (PO, PNO, PSO, PN, PS et PRE).

Tableau 5 : Décompte mensuel des journées avec une situation synoptique donnée de 1981 à 2000 et fréquences d'occurrence calculées en pourcentage.

Type	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Jun.	Jui.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total %
AM	52	28	66	63	68	101	99	104	101	91	58	49	880 12,0%
A	24	28	7	11	9	12	19	31	22	18	14	15	210 2,9%
AC	91	87	70	38	39	49	69	81	64	50	64	76	778 10,6%
AS	36	38	52	48	51	40	65	70	46	72	60	29	607 8,3%
AN	34	57	41	48	52	24	38	20	26	32	45	39	456 6,2%
PO	202	150	199	107	123	146	157	140	158	182	159	218	1941 26,6%
PNO	56	52	67	75	47	75	62	48	35	36	52	56	661 9,0%
PSO	37	24	33	92	139	78	86	89	90	73	66	57	864 11,8%
PN	26	22	31	35	21	19	4	16	17	7	16	21	235 3,2%
PS	9	1	7	9	4	1	0	0	4	10	16	9	70 1,0%
PRE	53	78	47	74	67	55	22	21	37	49	50	51	604 8,3%

4.2.1. Les situations anticycloniques

Tableau 6 : Evolution des fréquences d'occurrence entre les 2 dernières décennies du 20^{ème} Siècle.

Type	AM	AC	A	AN	AS	PO	PNO	PSO	PN	PS	PRE
1981-1990	11,5	3,0	8,7	9,4	6,9	27,9	9,7	10,9	2,8	0,7	8,4
1991-2000	12,6	2,7	12,6	7,2	5,6	25,2	8,4	12,7	3,6	1,2	8,1
Evolution	+1,1	-0,3	+3,9	-2,2	-1,3	-2,7	-1,3	+1,8	+0,8	+0,5	-0,3

Les situations anticycloniques représentent 40% de la totalité des cas étudiés pour la période 1981-2000. Les 5 catégories de situations anticycloniques recensées se répartissent d'une manière inégale au cours de l'année :

- Les situations de type AM avec un anticyclone maritime centré sur la Mer du Nord sont prédominantes au cours de l'été (juin à septembre) lorsque l'eau de mer est plus froide que le continent (stabilisation de la masse d'air). Représentant 12% des situations anticycloniques des 20 dernières années, leur fréquence d'apparition minimale concerne le mois de février. Ces dernières années, elles tendent à se renforcer (+1,1%) ; ce qui pourrait expliquer la hausse des températures constatée au cours de l'hiver.

- Les situations de type AC avec un anticyclone continental centré sur la Russie occidentale ou l'Europe centrale prédominent vers la fin de l'automne et au cours de l'hiver, lorsque le continent est plus froid que l'océan. On note également l'apparition d'un maximum secondaire au cours de l'été centré sur le mois d'août (Tableau 5). Leur fréquence d'apparition est de l'ordre de 10,6% au cours des 20 dernières années. On ne constate pas d'évolution significative de ce type de situation au cours des deux dernières décennies (Tableau 6).

- Les situations de type AN sont fréquentes vers la fin de l'hiver et au début du printemps (février à avril où cette configuration isobarique est prédominante). Elles sont à l'origine des coulées froides de Nord suite à une circulation de type méridienne qui accroît le risque de gelées tardives qui peuvent occasionner certains dégâts sur la végétation. Leur fréquence d'apparition est de l'ordre de 6,2% au cours des 20 dernières années (Tableau 5). Elles tendent à diminuer au cours de la dernière décennie avec -2,2%.

- Les situations de type AS sont un peu plus fréquentes vers le mois de juillet ou le milieu de l'automne. Elles amènent des vagues de chaleur assez brèves précédant l'arrivée d'un temps plus instable et plus frais. Durant l'hiver, elles favorisent la dissipation des brouillards. Leur fréquence d'apparition est de l'ordre de 8,3% au cours des 20 dernières années avec une baisse de 1,3% au cours de la dernière décennie.

- La situation de type A est un peu plus fréquente vers la fin de l'été (Tab 5). Au cours de l'hiver, elle favorise l'apparition de brouillards tenaces qui peuvent perdurer tout au long de la journée avec une détérioration notable de la qualité de l'air. Leur fréquence d'apparition est relativement faible avec seulement 2,9% de l'ensemble des cas recensés. Ce type de situation tend à être plus fréquent ces dernières années avec une hausse de +3,9% par rapport aux années 1980.

4.2.2. Les situations perturbées

Les journées perturbées représentent 60% de la totalité des situations recensées pour la période 1981-2000. Il est intéressant de signaler que ce chiffre est similaire à la valeur de 58% obtenue sur 25 ans pour le bassin parisien (PAUL, 1992).

- Les situations perturbées d'Ouest (PO) représentent près du quart des situations synoptiques recensées, soit 26,6%. Elles voient leur fréquence augmenter durant l'automne pour atteindre un maximum au cours des mois de décembre et janvier (Tableau5). Cette prépondérance des temps perturbés d'W, au cœur de l'hiver, explique parfois l'absence de neige à basse altitude, avec un hiver relativement doux en plaine. Au cours du mois de février, on relève une baisse significative de ce type de temps qui est due à une augmentation des situations perturbées avec retour d'Est (PRE) occasionnées par des coulées froides de Nord en direction du bassin méditerranéen (augmentation des situations anticycloniques de type AN). Leur fréquence est la plus faible durant le mois d'avril. L'évolution des situations perturbées d'Ouest indique une diminution de ces dernières (-2,7%) au profit des situations perturbées de Sud-Ouest.

- Le type de temps perturbé de SW (PSO) est majoritaire au cours du mois de mai ou il engendre un temps chaud lourd et orageux. Il devient minoritaire au cours de l'hiver contrairement à ce que l'on pourrait supposer. Avec une fréquence d'apparition de 11,8% il se positionne au 3^{ème} rang de l'ensemble des types de temps observés (Tableau5). Il tend à être un peu plus fréquent au cours de la dernière décennie du 20^{ème} Siècle avec un accroissement des fréquences d'occurrence de l'ordre de + 1,8%. Cette hausse pourrait expliquer en partie l'augmentation des températures constatée entre les années 1980 et les années 1990.

- Le type de temps perturbé de NW (PNO) est majoritaire au cours du printemps et au cœur de l'été (mois de juillet) ou il engendre un temps froid et instable au printemps et un temps frais et humide en été (impression d'un été pourri). Il devient minoritaire au cours de l'automne et tend de nouveau à augmenter au cours de l'hiver. Avec une fréquence d'apparition de 9%, il se positionne au 5^{ème} rang de l'ensemble des types de temps observés. Il tend à être moins fréquent ces dernières années avec une baisse de -1,3%. (Tableau6)

- Les types de temps perturbés de Nord (PN) ou de Sud (PS) ont des fréquences d'apparition qui sont à l'inverse l'une de l'autre. Le temps perturbé de Sud apparaît surtout vers la fin de l'Automne (novembre), tandis que le temps perturbé de Nord apparaît surtout au début du printemps (mars, avril). Ceci est lié au cycle des saisons, avec en hiver et au printemps une surface océanique froide et une accumulation d'air froid au niveau des hautes latitudes, et en automne des remontées d'air chaud issues des latitudes subtropicales qui s'humidifient sur la Méditerranée. Cela peut engendrer de fortes précipitations dans le SE de la France notamment à proximité des reliefs des Cévennes et des Corbières (cf. les inondations de novembre 1999 dans l'Aude où il est tombé plus de 500 mm en l'espace de 72 heures à Lézignan-Corbières). Leurs fréquences d'apparition demeurent relativement faibles avec respectivement 3,2% et 1,0% (Tableau.5). L'analyse des fréquences d'occurrence de ces circulations méridiennes montre un léger accroissement de ces dernières, au cours des années 1990, surtout en ce qui concerne les situations perturbées de Sud.

Les situations perturbées avec retours d'Est (PRE) jouent un rôle non négligeable dans le climat de l'Est de la France. Elles atteignent leur fréquence maximale durant le mois de février, ce qui explique en partie les fortes chutes de neige qui peuvent parfois être observées dans le NE de la France (*plus de 50cm de neige à Colmar durant le mois de février 1986*). Les retours d'Est atteignent leur fréquence minimale au cours de l'été. Ils représentent 8,3% au niveau de l'ensemble des types de temps observés dans le NE de la France, ce qui n'est pas négligeable. On ne relève pas d'évolution significative de ce type de temps de 1981 à l'an 2000.

Conclusion

L'analyse des données thermiques pour le Nord-Est de la France et le Sud-Ouest de l'Allemagne indique un accroissement des températures moyennes de l'ordre de +0,7°C à +1,0°C pour la dernière décennie du 20^{ème} siècle par rapport à la normale 1961-1990. Ce réchauffement tend à être uniforme quel que soit le site et l'altitude. Les stations urbaines ou périurbaines ne se démarquent plus des autres stations. L'intensité de ce réchauffement présente de fortes variabilités au cours des saisons. Il est surtout sensible en hiver et au printemps. La saison automnale se démarque par une baisse des températures qui est surtout sensible en altitude. L'examen des fréquences d'occurrences des situations synoptiques ne montre pas de variations significatives entre les situations perturbées et les situations anticycloniques durant les deux dernières décennies. Le rapport est de 60% contre 40%.

On relève toutefois quelques tendances intéressantes pour certains types de temps comme les situations de type PSO, A ou AM qui tendent à augmenter et les situations de type AN et PO et PNO qui régressent depuis 1990. Le réchauffement des températures observé durant la dernière décennie du 20^{ème} Siècle est certes dû à un accroissement de la concentration de certains polluants (CO₂ méthane), mais également à des fréquences un peu plus marquées de certains types de temps pouvant amener des températures plus clémentes.

Bibliographie

DENEUX M. , 2002 : *L'évaluation de l'ampleur des changements climatiques, de leur causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100*, Rapport édité par l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Tome 1, Edition Assemblée Nationale & Sénat, Paris. 296 p.

MOISSELIN J.M., SCHNEIDER M., CANELLAS C, MESTRE O., 2002 : *Changements climatiques en France au 20ème Siècle - Etude des longues séries de données homogénéisées françaises de précipitations et température*. La Météorologie, 8^{ème} Série, 38, pp. 45-56

PAUL P. , 1992 : *Classification des situations météorologiques sur les Vosges et le Fossé Rhénan (Période 1981-1990)*, CEREG (URA 95), UFR de Géographie, Université Louis-Pasteur, Strasbourg. 21 p.