



HAL
open science

Les climats de la Russie, le colosse blanc aux pieds rouges

Laurent Touchart

► **To cite this version:**

Laurent Touchart. Les climats de la Russie, le colosse blanc aux pieds rouges. La Russie et le changement climatique, une nouvelle géographie du froid, L'Harmattan, pp.17-74, 2011, 978-2-296-56244-8. hal-03741875

HAL Id: hal-03741875

<https://hal.science/hal-03741875v1>

Submitted on 2 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Touchart L. (2011) « Les climats de la Russie, le colosse blanc aux pieds rouges » in *La Russie et le changement climatique, une nouvelle géographie du froid*. Paris, L'Harmattan, 270 p. : pp. 17-74.

Pour HAL :

- mise en page différente de celle de l'éditeur
- ajout d'un résumé et de mots-clefs

Les climats de la Russie, le colosse blanc aux pieds rouges

Par Laurent TOUCHART
Université d'Orléans

Résumé :

Ce chapitre d'ouvrage commence par décrire les principaux éléments du climat russe, d'une part le froid, d'autre part la faiblesse des précipitations, puis il en donne les principales explications, en faisant la part belle à l'anticyclone russo-sibérien, et il se termine par une typologie soulignant la grande diversité des climats de la Russie, due notamment au gradient de continentalité et à l'originalité des marges méridionales.

Le froid se trouve être le principal caractère du climat russe. La durée de l'hiver augmente du sud vers le nord, mais le froid est d'autant plus intense qu'on va vers l'est. En Sibérie orientale, les vallées de la Yana et de l'Indighirka subissent les températures hivernales les plus froides du monde ramenées au niveau de la mer. C'est le pôle du froid des stations de Verkhoïansk et Oïmiakon. Cependant, bien qu'il soit court, la plupart des régions russes ont un été chaud, si bien que l'écart entre les saisons atteint son maximum mondial en Sibérie orientale, où l'amplitude thermique annuelle est supérieure à 60 °C. Contrairement à l'image qui en est donnée en France, la Russie est en fait peu arrosée, le total moyen précipité à l'échelle de l'ensemble du territoire n'étant que de 564 mm (1967-1998). Ces précipitations tombent surtout en été et à l'automne. Dans la moitié ouest du pays, le quotient entre l'évapo-transpiration potentielle et le total précipité est inférieur à l'unité au sud du parallèle 54°N.

Les caractères du climat russe sont expliqués par sa situation septentrionale, son ouverture sur l'Arctique et, surtout, la continentalité de la masse eurasiatique, à la fois la plus grosse du monde et allongée d'ouest en est. De grandes parties de la Russie reçoivent peu de chaleur par des rayons solaires très inclinés, qui rasant le sol en hiver, en perdent par un fort albédo dû à la couverture nivale, sont séparées des influences méridionales par des montagnes, mais sont largement ouvertes vers le nord, d'où descendent des coulées d'air polaire. Sauf tout à fait au nord, la Russie appartient pourtant à la zone tempérée. Possédant les régions de la planète les plus éloignées de tout océan mondial, la Sibérie souffre un climat ultra-continental ; mais toute la Russie est pratiquement concernée par la continentalité. L'hiver très froid fixé sur janvier, l'été chaud centré sur juillet, la forte amplitude entre les deux sont caractéristiques de la continentalité. Les grands froids de l'hiver stabilisent l'air et fabriquent un anticyclone thermique très puissant. Ces hautes pressions bloquent les perturbations et accentuent la sécheresse hivernale. Le passage brutal de l'été à l'hiver et de l'hiver à l'été, ainsi que la courte durée de l'automne et du printemps, s'expliquent par les brusques constructions et destructions de cet anticyclone thermique et par la fréquence des échanges méridiens. En été aussi, la continentalité domine, puisque l'air, fortement réchauffé par la base, provoque des orages : c'est pourquoi l'essentiel des pluies correspond à de violentes averses de courte durée. Il arrive néanmoins que, en régime de basses pressions, les perturbations océaniques, en bout de course, parviennent à déverser des précipitations plus longues.

La frange arctique se trouve en zone polaire, cependant que l'essentiel du territoire russe appartient à la zone tempérée, plus précisément au domaine continental. D'ouest en est, les géographes russes divisent ce domaine, en climat continental modéré, vrai et excessif. Ce cœur russe continental s'avilit par océanisation au nord-ouest, à l'approche de la Baltique et de la mer de Barents, par influence méditerranéenne et subtropicale à l'extrême sud-ouest, sur les bords de la mer Noire, par assèchement semi-aride au sud, en entrant dans la plaine Caspienne, et par effet de la « mousson russe » à l'extrême sud-est, à l'approche de la mer du Japon. C'est l'originalité de ce chapitre que d'insister sur cette diversité, en emboîtant les échelles géographiques. A cette occasion, l'auteur crée le néologisme de « climat méotidien » pour désigner les particularités du climat continental à tendance méditerranéenne sans influence montagnarde qui s'épanouit sur les littoraux de la mer d'Azov.

Mots-clefs : climat continental, climat polaire, climat sibérien, climat pontique, climat colchidien, mousson d'Extrême-Orient, pôle du froid, Verkhoïansk.

Introduction

Les conditions moyennes de la couche d'air surmontant la Russie composent le climat du plus grand pays du monde. Elles intègrent les différents types de temps¹ qui se succèdent en Eurasie septentrionale et leur fréquence de retour selon les moments de l'année². L'état moyen de l'atmosphère étant privilégié, il est encore plus important de séparer clairement, dans une première étape, les différents éléments que sont notamment la température, les précipitations, la pression de la colonne d'air. Dans ce cadre, le froid de l'hiver est bien entendu un caractère majeur du climat russe, mais il n'est pas exclusif. La chaleur de l'été, la sécheresse à l'échelle de l'année, les valeurs élevées de la pression atmosphérique au cœur de l'hiver sont aussi des paramètres marquants du climat de la plupart des endroits de Russie. Dans un pays si vaste, cependant, il est toujours une région, voire un domaine entier, qui fait exception.



Photo 1 Mouette du Baïkal sur fond de cirro-cumulus : du type de temps au climat de la Russie
Cliché L. Touchart, août 2010

En ce 2 août, des nuages de glace de haute altitude forment un ciel moutonné sans ombre au sol. Ces cirro-cumulus, les péristo-koutchévnyé oblaka des Russes, annoncent l'arrivée hésitante d'une perturbation au-dessus du lac Baïkal. La mouette attend le changement des conditions atmosphériques pour pêcher, mais ce n'est que la fréquence de ce type de temps (pogoda) et son effet sur les moyennes pluriannuelles qui permettent de définir le climat (klimat) de la Sibérie orientale.

¹ Le temps qu'il fait, le type de temps, se dit *pogoda* en russe.

² C'est cette démarche qui distingue la climatologie de la météorologie, celle-là étant fondée sur les moyennes (de préférence calculées sur trente ans), les récurrences des types de temps, ainsi que les probabilités à long terme des événements exceptionnels. Elle est résumée en russe par le mot de « *zakonomernost* » (Hromov, Petrosjanc, 2004, p. 11), qu'il n'est pas possible de traduire par son seul sens initial de « régularité ». Ces deux mêmes géographes russes définissent le climat local comme « *sovokoupnost atmosferykh ouslovykh za mnogoletni period, prissouchtchouïou dannoi mestnosti, v zavissimosti ot éïo guéografitcheskoi obstanovki* » (« l'ensemble des conditions atmosphériques sur une période pluriannuelle en un lieu donné, en fonction de son ambiance géographique », p. 14). « *Sovokoupnost* » peut être traduit par « l'ensemble », « la synthèse », « l'intégration », « la réunion ». La définition russe du climat découle, comme partout, des réflexions allemandes au tournant des XIX^e et XX^e siècles, J. Hann ayant d'abord mis en avant les moyennes. La succession des types de temps est particulièrement valorisée par l'école française depuis la définition des années 1940 de Maximilien Sorre : « Nous définirons le climat 'l'ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle' » (Sorre, 1951, 3^e éd., pp. 13-14). Les définitions françaises actuelles en proviennent, même si elles prêtent plus d'attention aux évolutions dans le temps, ainsi qu'aux risques. Par exemple, M. Tabeaud (2008, p. 13) écrit : « le climat est la synthèse des conditions atmosphériques à long terme d'un lieu », G. Beltrando (2004, p. 135) « le climat – que nous avons défini comme la synthèse des éléments météorologiques d'une région donnée, à partir de statistiques à long terme (valeur moyenne, probabilité...) » et J.-P. Vigneaud (2005, p. 7) « le climat [...] d'un lieu se caractérise par l'ambiance globale résultant de la succession des situations et structures qui y produisent des temps variés et de l'intégration de toutes les ambiances instantanées, habituelles ou rares ».

Pour fuir l'hiver russe, vaut-il mieux partir vers le sud ou vers l'ouest ? Est-il vrai que le nord-est de la Sibérie connaît des températures plus basses que l'inlandsis antarctique ? Qu'appelle-t-on le pôle du froid ? L'été russe est-il régulier ou fantasque ? La Russie est-elle sèche parce qu'il ne pleut pas assez ou parce qu'il ne neige pas assez ? Comment se fait-il que les vallées de la Yana et de l'Indighirka soient plus froides que les montagnes qui les dominent ? Tout est-il une question de continentalité en Russie ? Peut-on définir une Russie subtropicale ? Demain, le soleil russe rase-t-il gratis ?

Pour tenter de répondre à ces questions, il conviendra d'abord de décrire les grandes caractéristiques du climat russe, d'une part son froid, durable et prononcé, qui s'oppose à son court été, pourtant chaud, d'autre part sa sécheresse annuelle, surtout marquée en saison froide. L'intérêt principal, pour le géographe, restera de démêler l'écheveau des causes zonales et continentales dans l'explication de ces traits climatiques. Il faudra enfin montrer que la Russie n'est pas un monolithe. Malgré une dominante froide et sèche, le géant blanc décline sa continentalité d'est en ouest et sa nordicité de l'Arctique à la mer Noire. A ses extrémités méridionales, elle rougit même de son caractère torride.

1. Le pays des grands froids secs

Les deux traits qui, malgré l'immensité du territoire russe, caractérisent pour ainsi dire la totalité des régions de ce pays, sont d'une part le froid de l'hiver, même tout à fait au sud, d'autre part la sécheresse, sauf dans les principales montagnes. La Russie peut ainsi être dépeinte comme le pays des grands froids secs, si l'on cherche à décrire son climat à partir d'observations de long terme. Mais l'identité de la Russie est-elle seulement construite par le lien mécanique entre les basses températures et la faible capacité hygrométrique de l'air ? Ou bien y a-t-il plus que cela ?

1.1. Un froid long et intense

La Russie est un pays qui souffre d'un froid revenant régulièrement chaque année, qui s'installe durablement sur le pays et dont l'intensité est très prononcée.

1.1.1. La durée de l'hiver, une fonction de la latitude

Le caractère le plus lancinant du froid russe est sa longueur. Et celle-ci est directement liée à la latitude. Plus on va vers le nord plus l'hiver est long. Or plus des neuf dixièmes du territoire russe sont au nord de 50° de latitude et le centre de gravité géométrique du pays est proche du cercle polaire.

A l'échelle de l'ensemble de la Russie, le nombre de jours pendant lesquels la température moyenne est inférieure à 0 °C augmente du sud-sud-ouest vers le nord-nord-est selon une composante avant tout zonale. En Russie d'Europe, le sud connaît des moyennes journalières de températures négatives pendant trois à quatre mois. Par exemple, dans le delta de la Volga, à Astrakhan (46°21'N), les moyennes journalières tombent en dessous de 0°C à la mi-novembre et redeviennent positives dès la fin de février. A Moscou (55°45'N), les températures négatives durent pendant quatre à cinq mois, généralement de début novembre à la fin de mars³. Sur le littoral nord de la presqu'île de Kola, à Mourmansk (68°58'N), les moyennes quotidiennes restent en dessous de 0 °C pendant six à sept

³ Moscou connaît 139 jours de température moyenne journalière inférieure ou égale à zéro degré Celsius, du 10 novembre au 27 mars (normale 1931-1960, station V.V.Tsé.).

mois⁴, habituellement de la fin septembre à la mi-avril. En Russie d'Asie, l'hiver dure certes plus longtemps, mais, ce phénomène dépendant surtout de la latitude, la différence avec la Russie d'Europe n'est pas si grande. Dans le sud de la Sibérie orientale, les moyennes diurnes inférieures à zéro durent cinq à six mois, contre six à sept mois au nord, voire sept mois et demi dans la région de Verkhoïansk (67°35'N).

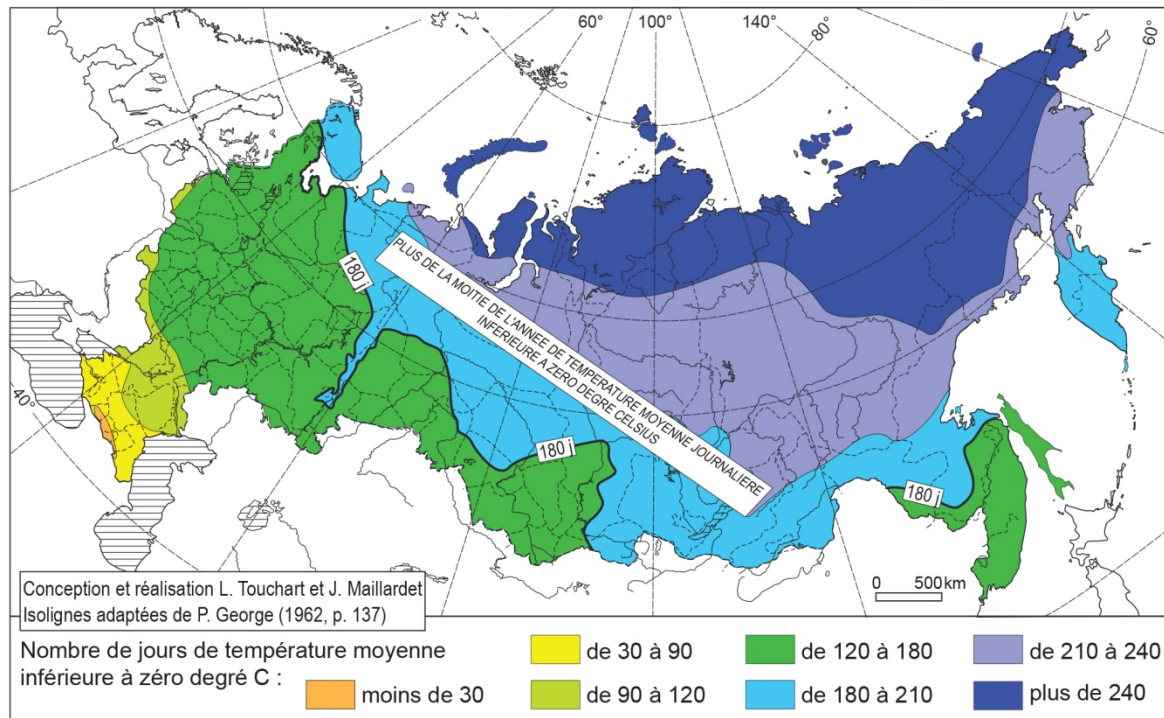


Figure 1 La longueur de la période de température journalière négative : un gradient zonal du sud-sud-ouest au nord-nord-est

Cette inégale durée zonale de l'hiver se retrouve dans celle de la couverture de neige persistant au sol, qui a une grande importance sur les transports. Cette durée est supérieure à 40 jours sur la totalité du territoire russe et seul le mince liséré littoral de la mer Noire y fait exception. Le tapis neigeux ne fond pas pendant 120 jours sur les trois quarts du territoire russe. En Russie d'Europe, la durée est de 60 jours à Astrakhan, 150 jours à Moscou et 200 jours à Mourmansk. En Asie, elle est d'environ 200 jours sur une bonne part de la Sibérie méridionale et de plus de 280 jours dans la région d'Oïmiakon. Le nombre de jours où il peut neiger varie dans des proportions analogues. Au sud de la Sibérie, les premières neiges arrivent en général en octobre et les dernières surviennent souvent en mai. A Verkhoïansk, la dernière neige arrive habituellement début juin et il recommence à neiger dès le mois d'août. En fait, seul le mois de juillet en est assurément exempt⁵.

⁴ Cette limite climatique de six mois de températures moyennes journalières inférieures à zéro correspond grossièrement à la frontière méridionale du pergélisol discontinu (comm. or. J.-P. Vigneau, janvier 2011).

⁵ « A Verkhoïansk, en 1888, année tout à fait normale, la première neige d'automne tomba le 6 août, 66 jours seulement après la dernière neige de printemps » (Camena d'Almeida, 1932, p. 205).



Photo 2 La durée de l'hiver, une fonction de la latitude

Cliché L. Touchart, décembre 2004

En Russie, la durée du froid augmente du sud vers le nord. Le critère du nombre de jours de température moyenne inférieure à zéro degré Celsius en est un bon exemple. A cause de sa latitude très septentrionale, traversée par le 60° parallèle, la ville de Saint-Pétersbourg connaît chaque année entre 120 et 160 jours de température moyenne quotidienne négative. Comme la proximité de la Baltique fournit l'humidité, il neige en moyenne 110 jours par an.

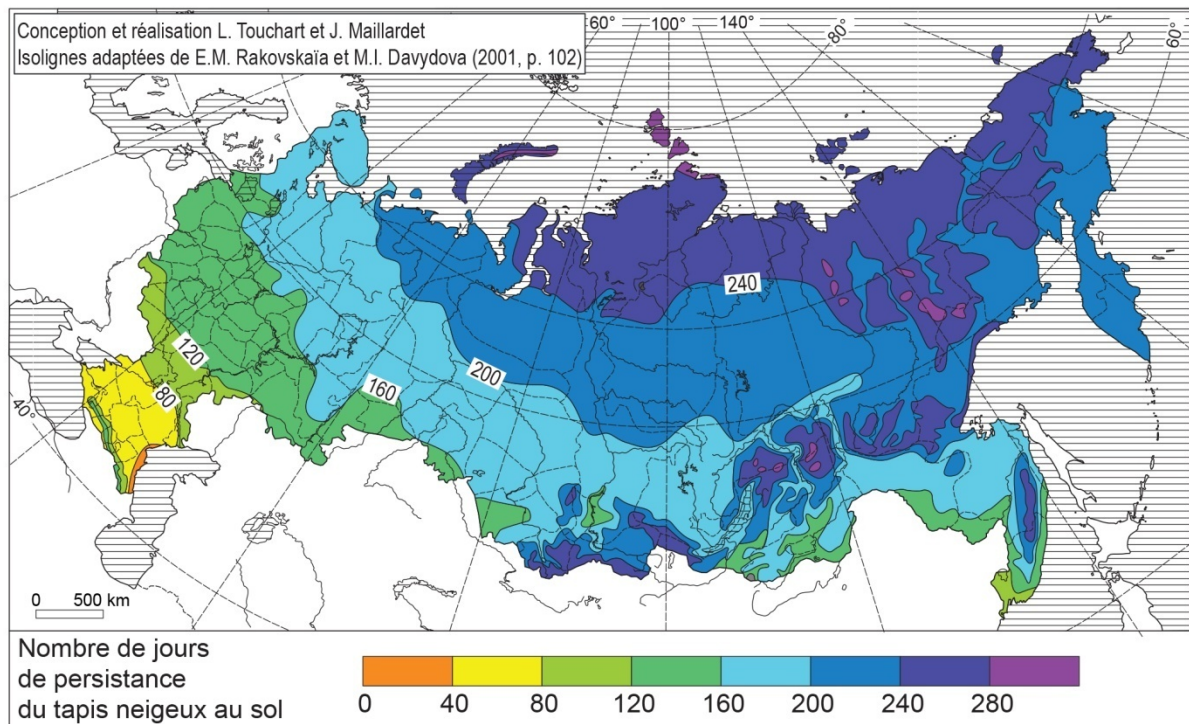


Figure 2 La longueur de la période de neige persistant au sol : un gradient zonal du sud-sud-ouest au nord-nord-est



*Photo 3 La durée de la neige au sol, une période de plus de quatre mois sur les trois quarts du territoire russe
Cliché L. Touchart, décembre 2009*

En Russie, la neige ne fond pas pendant de nombreux mois d'affilée et cette durée augmente en direction du nord-est. En Europe, la région moscovite est entravée par le tapis neigeux pendant 150 jours par an en moyenne. Ici, le triple porche de l'entrée du domaine d'Izmaïlovo est séparé du complexe hôtelier du même nom et du marché aux puces de Moscou par un parc couvert de neige pendant cinq mois par an.

Pour la végétation naturelle et pour l'agriculture, la question de la longueur de l'hiver s'appuie certes sur la durée du gel, des précipitations solides et de la neige au sol, dont on connaît le rôle d'isolant thermique protégeant les plantes. Mais, concernant la période végétative, la durée des températures en dessous de +10 °C est un critère essentiel et on sait que la limite naturelle de l'arbre coïncide à peu près avec l'isotherme de +10 °C pour la moyenne mensuelle la plus chaude de l'année. Ces régions, qu'on peut considérer comme celles où l'hiver dure douze mois sur douze, forment la zone polaire de l'extrême nord de la Russie, en général au-delà de 67° de latitude : ce sont toutes les îles de l'Océan glacial arctique, les péninsules de Kanine, Païkhoï, Yamal, Gydan et Taïmyr, la dépression de la Toundra de la Grande Terre (au nord-ouest de l'Oural), les plaines de Sibérie Septentrionale, de l'Indighirka et de la Kolyma, ainsi que les montagnes de l'extrême nord-est de la Sibérie. Les régions où l'hiver des températures journalières inférieures à +10 °C dure plus de neuf mois sur douze correspond aux territoires situés au nord de 63°N en Russie d'Europe et en Sibérie occidentale, de 60°N en Sibérie centrale. Au-delà de l'Angara, seul l'extrême sud du pays est épargné. Si l'on place la durée d'un tel hiver à huit mois⁶, la totalité de la Russie d'Asie est concernée (sauf une toute petite région au sud d'Omsk) et la Russie d'Europe au nord du 58^e parallèle. Il suffit de descendre à sept mois pour atteindre la latitude déjà méridionale de Voronej et Saratov.

⁶ Pour les seuils de douze et neuf mois, le résultat est à peu près le même entre le nombre de jours de température journalière inférieure à +10 °C exprimé en mois (274 jours égalent 9 mois) et le nombre de mois de température mensuelle inférieure à +10 °C. Il est en revanche assez différent pour les seuils de huit et sept mois. Dans ce cas, le premier des deux critères exprime plus longuement le froid de la Russie que le second, car beaucoup de stations russes basculent de justesse le mois de mai à une moyenne mensuelle supérieure à +10 °C grâce à un petit nombre de jours très au-dessus du seuil, arrivant brutalement à la fin du mois. Réciproquement, septembre provoque la même ambiguïté. En résumé, puisque mai et septembre ont une moyenne mensuelle très proche de +10 °C à de nombreux endroits de Russie d'Europe, le critère du nombre de mois, peu pertinent, doit s'effacer devant celui du nombre de jours.

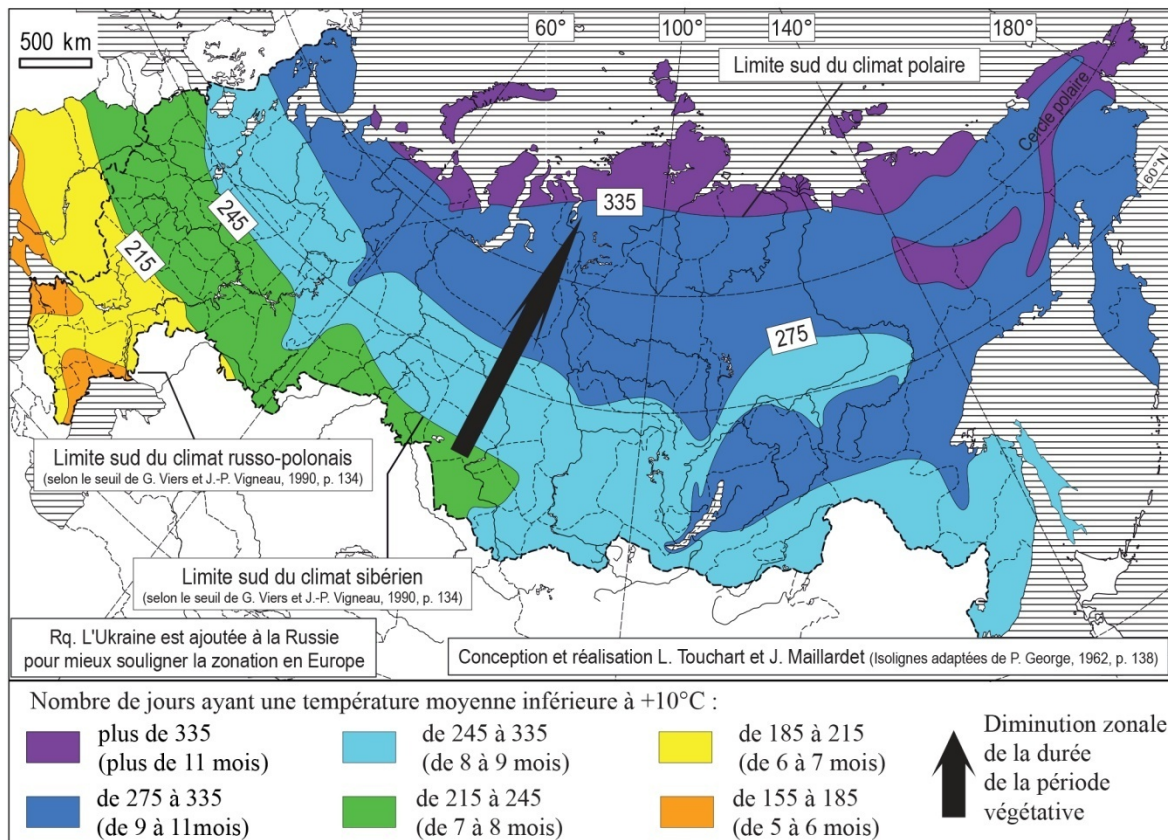


Figure 3 La longueur de la période de température journalière inférieure à 10°C : un gradient zonal du sud-sud-ouest au nord-nord-est

1.1.2. La soudaineté et l'intensité du froid, une fonction de la longitude

D'une manière générale, plus on va vers l'est-nord-est, plus l'été laisse brutalement la place à l'hiver et réciproquement. Le climat russe est connu pour la très courte durée de ses mi-saisons. Ce trait, partout vrai, s'accroît avec la continentalité. A la fin du long hiver, qui s'éternise d'autant plus que la fonte du tapis neigeux du sol prélève des calories à l'air, la venue des chaleurs est violente. A Moscou, on passe de $-4,2\text{ °C}$ en mars à $+4,7\text{ °C}$ en avril, soit une augmentation de $8,9\text{ °C}$, tandis que cette croissance est de $16,3\text{ °C}$ à Yakoutsk⁷. Entre avril et mai, le thermomètre gagne $7,2\text{ °C}$ à Moscou et $13,5\text{ °C}$ à Yakoutsk (normale de 1931 à 1960). Et, à la fin du court été, les froids tendent à tomber si brutalement que l'automne est sacrifié. Entre septembre et octobre, les moyennes mensuelles perdent $6,7\text{ °C}$ à Moscou et $14,2\text{ °C}$ à Yakoutsk⁸. Dans cette grande ville sibérienne, on passe de $+6,3\text{ °C}$ à $-7,9\text{ °C}$ et la chute s'accroît entre octobre et novembre, pour atteindre une perte de $20,5\text{ °C}$ (de $-7,9$ à $-28,4\text{ °C}$). Plus finement que par les moyennes mensuelles, la brutalité des mi-saisons s'appréhende bien par la variabilité moyenne interdiurne⁹. Ainsi, à Moscou, le printemps est la saison du maximum des écarts d'un jour à l'autre entre les moyennes quotidiennes, cependant que l'automne

⁷ Pour comparaison, la croissance entre mars et avril est de $3,3\text{ °C}$ à Limoges (normale de 1961 à 1990), de $2,9\text{ °C}$ à Nîmes (de 1931 à 1960), de $2,7\text{ °C}$ à Orléans (de 1960 à 1989), de $2,5\text{ °C}$ à Nice (de 1931 à 1960) et de $1,4\text{ °C}$ à Brest (de 1931 à 1960).

⁸ Pour comparaison, la baisse entre septembre et octobre est de $5,1\text{ °C}$ à Nîmes (normale de 1931 à 1960), de $4,3\text{ °C}$ à Nice (de 1931 à 1960), de $4,1\text{ °C}$ à Orléans (de 1960 à 1989), de $3,8\text{ °C}$ à Limoges (de 1961 à 1990) et de $2,7\text{ °C}$ à Brest (de 1931 à 1960).

⁹ Selon Charles Péguy (1970, p. 166), la variabilité interdiurne est « la différence entre la température moyenne du jour et celle de la veille ».

est la deuxième. Selon ce critère, le mois d'avril est le plus différencié de l'année, octobre le deuxième, mars le troisième, novembre le quatrième¹⁰.



Photo 4 La quasi-absence de mi-saison et la soudaineté de la tombée du froid
Cliché L. Touchart, septembre 2010

Le climat russe souffre une brutale arrivée du froid après la fin de l'été. Le caractère très court de l'automne s'accroît d'ouest en est. Même ici, à Moscou, pourtant située à l'ouest du pays, la température moyenne mensuelle baisse de 6,7 °C entre septembre et octobre. La photo, prise le 27 septembre, montre déjà la chute des feuilles au bord du canal de Moscou.

Après le brutal mois de novembre, les baisses se poursuivent, plus lentement, jusqu'au cœur de l'hiver, très froid partout en Russie. En janvier, la quasi-totalité du territoire russe est en dessous de l'isotherme de -4°C . N'y échappent que l'enclave de Kaliningrad, le littoral de la mer Noire, le sud (russe) du littoral de la Caspienne et une partie des îles Kouriles, soit quelques poussières marginales. En fait, la frontière occidentale de la Russie, la plus douce, suit à peu près l'isotherme de -8°C en janvier et environ 70 % du territoire russe connaissent des moyennes de ce mois inférieures à -20°C . Même à Moscou, métropole de plus de dix millions d'habitants, la moyenne mensuelle de janvier frôle¹¹ les -10°C . A Yakoutsk, ville de 200 000 habitants, elle est inférieure à -40°C ($-42,7^{\circ}\text{C}$ pour la normale 1931-1960 et $-41,0^{\circ}\text{C}$ pour la normale 1961-1990), et, à Verkhoïansk, elle est aujourd'hui de -47°C , mais elle était de -50°C à la fin du XIX^e siècle. Quant au centre géométrique de la Russie, le lac Vиви, il est traversé par l'isotherme de -36°C en janvier.

Au cœur de l'hiver, la Russie est uniformément froide du nord au sud, mais de plus en plus froide d'ouest en est. Les isothermes sont clairement méridiennes, du moins dans la moitié occidentale du pays, en deçà de l'Iénisséï¹². Par exemple, en Russie d'Europe, la moyenne de janvier du début du siècle est de -6°C à Mourmansk et -7°C à Astrakhan¹³, la première se trouvant pourtant 2 000 km au nord de la seconde. Ce qui compte est la continentalité. Si l'on fait un voyage d'ouest en est, au mois

¹⁰ Pour arriver à ce classement des saisons et des mois, nous avons traité les températures moyennes journalières (Rosguidromet pour la normale de 1961 à 1990 dans la station météorologique moscovite du V.V.Tsé.) en simplifiant la formule de Ch. Péguy. Nous avons pris la différence des écarts trentennaux moyens et non pas la moyenne trentennale des écarts de chaque année. Cette simplification ne nous autorise pas à étudier la variabilité interdiurne en tant que telle (puisque les dents de scie d'une année, les exceptions que forment les veilles plus chaudes que le lendemain au printemps et les veilles plus froides que le lendemain à l'automne sont alors gommées), mais elle nous permet de faire ressortir les positions dans l'année des plus fortes croissances et décroissances thermiques moyennes d'un jour à l'autre. La moyenne annuelle est alors de $0,16^{\circ}\text{C}/\text{j}$ de croissance-décroissance à Moscou. La plus forte valeur mensuelle, celle d'avril, atteint $0,31^{\circ}\text{C}/\text{j}$ de croissance, la deuxième, octobre, $0,21^{\circ}\text{C}/\text{j}$ de décroissance.

¹¹ Moins $9,9^{\circ}\text{C}$ pour la normale 1931-1960, moins $9,2^{\circ}\text{C}$ pour la normale 1961-1990.

¹² En Russie d'Europe, les isothermes hivernales sont vraiment méridiennes ; en Sibérie occidentale, elles présentent un tracé oblique qui tient à la fois de la direction méridienne et zonale ; en Sibérie orientale, elles sont plutôt méridiennes dans la moitié nord et obliques dans la moitié sud, tout en étant compliquées et hachées par le relief montagnard.

¹³ Astrakhan a maintenant une moyenne de janvier de moins $5,2^{\circ}\text{C}$ (normale 1961-1990).

de janvier, en restant à peu près sur le soixantième parallèle, on trouve une température de moins 8 °C à Saint-Pétersbourg, -12 °C à Vologda, -15 °C à Kirov, -17 °C au franchissement de l'Oural, -22 °C dans la Plaine de Sibérie Occidentale, puis de -30 °C au milieu du plateau de Sibérie Centrale, -35 °C à la traversée de la Léna et en dessous de -40 °C sur les rives de l'Aldan, avant de remonter à l'approche du Pacifique.

Ces énormes différences d'ouest en est se retrouvent dans l'amplitude thermique annuelle, puisque, sur un même parallèle, les températures de l'été sont à peu près identiques. Ainsi, l'écart de température entre la moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid est de 28,9 °C à Moscou, 32,4 °C à Ekaterinbourg, 38,0 °C à Omsk et 62,2 °C à Yakoutsk¹⁴ (normale 1931-1960). Toute la différence vient du froid de l'hiver, donc de la longitude.

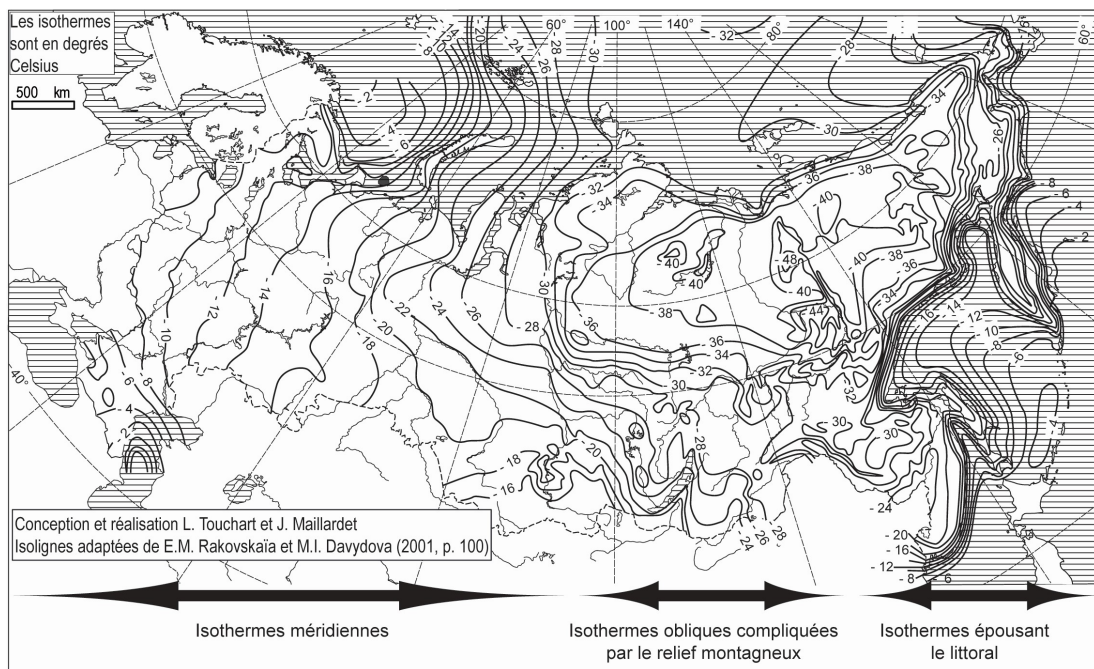


Figure 4 La température moyenne mensuelle de janvier et le tracé méridien des isothermes : un gradient de l'ouest-sud-ouest vers l'est-nord-est

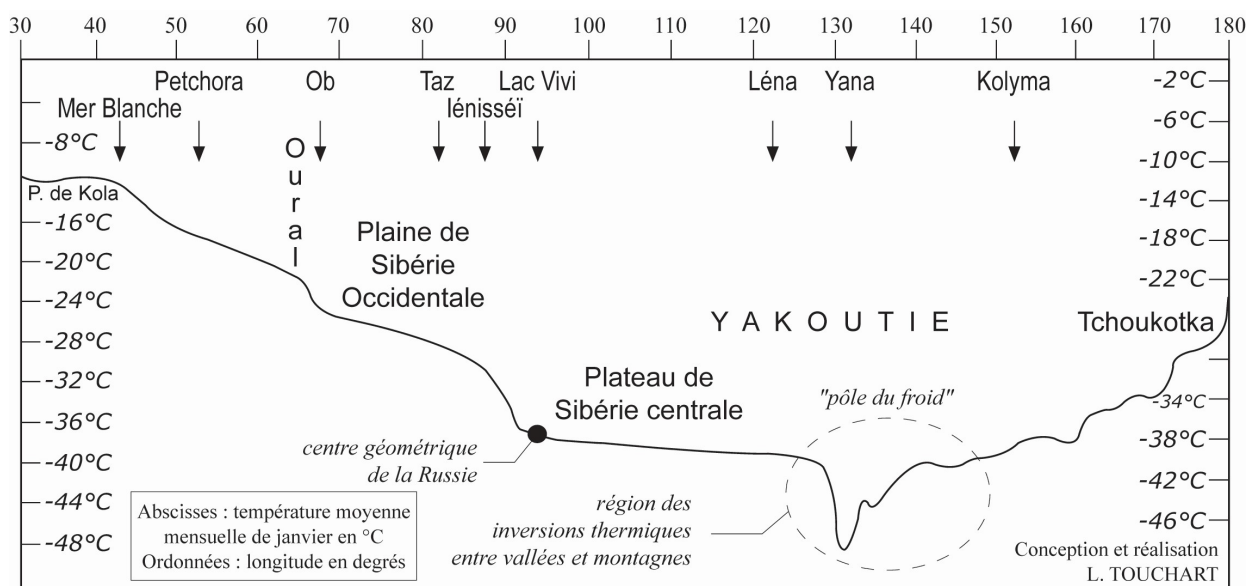


Figure 5 Coupe des températures moyennes mensuelles de janvier d'ouest en est le long du cercle polaire

¹⁴ A Moscou, l'amplitude annuelle s'est réduite à 27,2 °C pour la normale 1961-1990, à Yakoutsk 59,3 °C.



Photo 5 L'intensité du froid, une fonction de la longitude

Cliché L. Touchart, décembre 2004

La moyenne mensuelle du mois de janvier est de plus en plus basse d'ouest en est. En restant sur le 60° parallèle, elle est de 8 °C en dessous de zéro à Saint-Petersbourg (normale 1931-1960), ici photographiée au bord de la Néva, tout à fait à l'ouest du pays, à proximité du 30° méridien. La neige y est abondante, justement du fait que l'hiver n'est pas très froid. En cheminant vers l'est sans changer de latitude, la moyenne de janvier est de moins 25 °C au centre de la Russie, sur le 90° méridien, et de moins 40 °C à l'est, sur le 135° méridien.



Photo 6 L'amplitude thermique annuelle : une moyenne de 35° au centre de la Russie

Cliché L. Touchart, juillet 2004

L'écart de température entre le mois le plus chaud et le plus froid augmente d'ouest en est. Ici, en plein cœur de la Russie, par 95°43' de longitude Est (le centre géométrique de la Russie se trouvant à 94°15') et 56°12' de latitude Nord, le quartier oriental de la ville de Kansk présente une moyenne mensuelle de 19,1 °C en juillet et -19,4 °C en janvier, soit une amplitude thermique annuelle de 38,5 °C tout à fait caractéristique du centre de la Russie. Plus à l'ouest, dans la partie européenne, l'écart descend un peu en dessous de 30 °C. Plus à l'est en revanche, il dépasse 60 °C en Yakoutie.

Au-delà de toutes ces moyennes mensuelles, le froid de la Russie se vit au jour le jour. L'intensité du froid des températures instantanées est extrême pour un pays de la zone tempérée et aucun autre pays industrialisé de la planète ne descend à de telles valeurs. Dans la très méridionale ville d'Astrakhan, le thermomètre est descendu à -33 °C, à Moscou et à Penza, on a mesuré -43 °C et à Arkhangelsk -48 °C. En Russie d'Asie, il n'y a guère plus clément que Novossibirsk, où -51 °C ont été mesurés¹⁵.

¹⁵ Le mercure était jadis apprécié dans la construction des thermomètres européens parce qu'il a l'avantage de posséder un grand coefficient de dilatation et se rétracte sans coller du tout à la paroi, d'où la précision des mesures qu'il autorise. En Russie, en revanche, son utilité a toujours été faible, puisqu'il gèle à -38 °C.



*Photo 7 Le froid extrême dans la nuit d'hiver jusqu'au cœur des grandes villes
Cliché L. Touchart, décembre 2009*

Les moyennes mensuelles ne doivent pas cacher le fait que, au quotidien, pratiquement tout le territoire russe peut subir des températures instantanées extrêmement basses. Même Moscou, ici vue devant le gratte-ciel stalinien de l'hôtel Ukraine, connaît des records de froid en dessous de moins quarante degrés Celsius. En Sibérie, les températures instantanées peuvent évidemment descendre beaucoup plus bas. La station de Verkhöiansk détient encore aujourd'hui la valeur la plus basse du monde ramenée au niveau de la mer.

Il fait beaucoup plus froid au nord-est de la Sibérie et les records sont atteints dans les vallées de la Yana et de l'Indighirka. C'est « le pôle du froid » (*polious kholoda*), selon l'expression forgée par l'Académicien russe G.I. Vild dans les années 1870. Bien que, en valeur absolue, certaines températures mesurées en Antarctique dans la seconde moitié du XX^e siècle aient pu dépasser le froid sibérien, la région de Verkhöiansk garde deux records : d'une part celui de la plus basse température

ramenée au niveau de la mer¹⁶, d'autre part celui de la plus basse température d'un endroit habité en permanence. Les premières mesures furent prises dans les années 1860 par les déportés politiques exilés à Verkhoïansk¹⁷, mais il fallut attendre la construction de la station météorologique dans les années 1880 pour posséder des températures homologuées. Le 15 janvier 1885, la valeur de $-67,8\text{ °C}$ fut relevée dans les règles par Sergueï Filippovitch Kovalik. Au XX^e siècle, la vallée de la Yana trouva un concurrent dans la course au pôle du froid, le cours supérieur de l'Indighirka, à 650 km au sud-est de Verkhoïansk. Là, en 1926, le géologue Sergueï Vladimirovitch Obroutchiov (Obručëv en transcription internationale) releva sur son carnet de terrain la température absolue de $-71,2\text{ °C}$. Il s'agit de la plus basse valeur jamais enregistrée en un lieu habité, puisque Obroutchiov et son compagnon de route Salichtchev séjournaient alors dans le village de Tomtor. Certes les deux hommes étaient dignes d'être crus¹⁸. Le premier était le fils du géologue le plus célèbre de Sibérie et Salichtchev était le directeur de la chaire de cartographie de la faculté de géographie de l'Université d'Etat de Moscou. Pour autant, la mesure ne fut pas homologuée, car le thermomètre n'appartenait pas à une station météorologique. Le gouvernement soviétique prit alors la décision d'en construire une et elle ouvrit ici en 1929. Bien qu'elle se trouve à Tomtor, elle est connue sous le nom de station d'Oïmiakon. Les deux villages sont distants de 30 km, mais le second a donné son nom à cette portion de vallée. La station homologua la température de $-67,7\text{ °C}$ le 6 février 1933.

Depuis que les deux stations météorologiques fonctionnent, les -60 °C sont régulièrement dépassés, y compris en ces périodes récentes où le réchauffement global fait la une des journaux. Encore le 10 janvier 2007, une température de -62 °C a été mesurée à la station du village d'Aartyk, près d'Oïmiakon. Sur quinze ans, la moyenne des minima absolus de l'année est plus basse de 3 °C à Oïmiakon qu'à Verkhoïansk, cependant que le minimum homologué est un dixième de degré plus bas à Verkhoïansk qu'à Oïmiakon et le minimum non homologué appartient à Oïmiakon, dont la station fait remarquer que, si elle avait existé au XIX^e siècle, la valeur de 1885 de Verkhoïansk aurait certainement été dépassée. La bataille s'appuie sur une éventuelle exploitation touristique du record. Verkhoïansk possède un musée nommé « le pôle du froid » et Oïmiakon a érigé un obélisque du même nom visité lors de certains circuits touristiques internes à la clientèle russe.

Pourtant, en dehors des valeurs climatiques chiffrées, l'important est qu'ici pousse de la végétation et vivent des hommes. Verkhoïansk¹⁹ est ainsi la ville la plus froide du monde, Tomtor et Oïmiakon les villages les plus froids du monde. C'est que, contrairement à l'Antarctique, ces effroyables températures hivernales n'empêchent pas l'existence d'un été.

1.1.3. Un été court, mais marqué par la chaleur

Sur la moitié sud de la Russie d'Europe, cinq mois, de mai à septembre, ont une moyenne mensuelle supérieure à 10 °C . Cette saison chaude assez longue rappelle celle de pays comme la Pologne. En revanche, au nord du 52° parallèle en deçà de l'Oural et à toutes les latitudes au-delà, ce nombre se raccourcit à quatre, puis, en Sibérie orientale, à trois mois. Et encore est-ce l'extrême sud, par exemple dans la région d'Irkoutsk, qui profite de ces mois de juin à août. Plus au nord, la très courte saison favorable se rétracte sur le seul mois de juillet. Plus finement que les moyennes mensuelles, les moyennes journalières ne viennent que confirmer cette courte durée de la saison chaude : à Moscou, le nombre de jours d'une température moyenne supérieure à 10 °C est de 143 pour la normale 1961-1990 (station du V.V.Tsé.), du 30 avril au 19 septembre, soit quatre mois et demi.

¹⁶ En Antarctique, les valeurs de Vostok II sont mesurées à plusieurs milliers de mètres d'altitude du fait de l'épaisseur de l'inlandsis. Ainsi corrigées, les températures antarctiques sont moins froides que celles du nord-est de la Sibérie.

¹⁷ « En 1866, le baron G. Maydell, chargé d'inspecter les districts de Verkhoïansk et de la Kolyma, confiait un thermomètre à alcool à un déporté exilé à Verkhoïansk. C'est alors que furent révélées des températures plus basses encore que celles qu'on avait jusqu'alors notées ailleurs. On a vu, en effet, le thermomètre descendre jusqu'à $-69,8$ à Verkhoïansk » (Camena d'Almeida, 1932, pp. 200-202).

¹⁸ L'étude de leur carnet de terrain, réalisée par N. Glazkov, permet de déceler de multiples preuves d'un froid extrême, mais la précision de la mesure n'était en effet pas forcément au dixième de degré.

¹⁹ En Russie, le titre de ville est un statut octroyé sans rapport avec la population. Avec 1 900 habitants, Verkhoïansk est la plus petite ville de la Fédération de Russie. Oïmiakon, qui compte 520 habitants, est un village.



Photo 8 La Sibérie méridionale, un été court, mais chaud
 Cliché L. Touchart, août 2010

A l'extrême sud de la Sibérie, la saison pendant laquelle la température moyenne est supérieure à 10 °C dure trois mois. Cela est suffisant pour la venue de belles forêts naturelles de conifères. Dans les villes, les massifs de fleurs sont choyés. Ici, à Irkoutsk, la place du Travail offre ses allées fleuries aux Sibériens en vêtements légers pendant encore quelques jours. Plus au nord, sur le même méridien, la saison favorable se réduit fortement et, en Yakoutie, seul le mois de juillet est exempt de neige.

Contrairement aux isothermes de l'hiver, qui sont remarquablement méridiennes et dénotent qu'il fait de plus en plus froid d'ouest en est, les lignes d'égale température de l'été ont, quant à elles, une composante zonale dominante. En juillet, il fait de plus en plus chaud du nord au sud, d'une manière assez simple en Russie d'Europe, mais souffrant plus d'exceptions au-delà de l'Oural. En moyenne mensuelle, c'est la plaine Caspienne qui est la région la plus chaude du territoire russe sur de grandes distances, dépassant 25 °C en juillet. Il fait ainsi 25,3 °C à Astrakhan²⁰, plus qu'à Alger alors que cette ville russe se trouve à la latitude de Poitiers (où il fait six degrés de moins). Les isothermes de la Russie d'Europe suivent remarquablement les parallèles, avec 22 °C sur le 50°, 20 °C sur le 55°, 18 °C sur le 58°, 16 °C sur le 64°, 13 à 14 °C sous le cercle polaire et 8 à 10 °C sur le littoral de la mer de Barents. A Moscou, par 55°50' Nord, la température moyenne de juillet est de 18,0 °C pour la normale de 1961 à 1990 et de 19,0 °C pour la normale précédente. En Asie, la Plaine de Sibérie Occidentale a un dessin comparable des isothermes. En revanche, au-delà de l'Iénisseï, le relief complique l'organisation des températures estivales, construisant des segments méridiens d'isothermes, par exemple celui de 16 °C au nord-est du Baïkal, et des enclaves, comme l'îlot de chaleur de plus de 14 °C du bassin de la haute Yana.

²⁰ Et encore 23,6°C en août, et déjà 22,9 °C en juin (normale 1961-1990). En juillet, la moyenne mensuelle des maxima diurnes est de 31,5 °C, celle des minima de 19,1 °C.

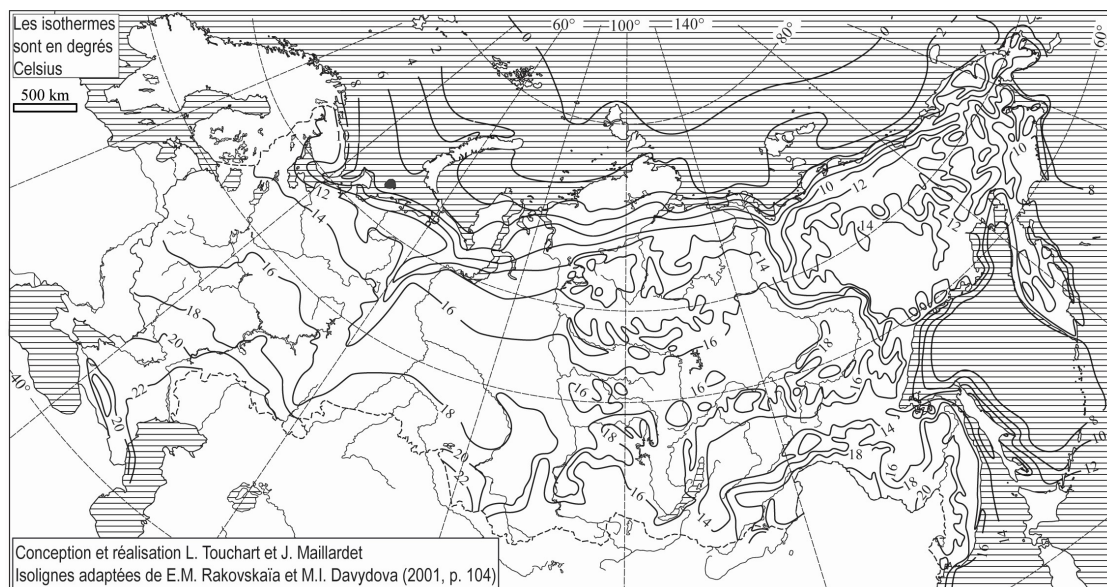


Figure 6 La température moyenne mensuelle de juillet et le tracé zonal des isothermes : une chaleur augmentant du nord au sud

Au-delà des moyennes mensuelles, déjà élevées, les températures instantanées les plus chaudes de l'été dépassent les 30 °C à peu près partout, y compris au nord-est de la Sibérie et dans la zone de toundra proche de l'Océan glacial arctique, favorisant le pullulement des moustiques. Il a été mesuré jusqu'à 37,2 °C à Vladivostok, 38 °C à Yakoutsok et 34 °C à Verkhoïansk, soit, dans ce dernier cas, une amplitude des extrêmes de 104 °C. Les maxima dépassent les 40 °C dans le centre de la Russie d'Europe, et plus souvent encore dans le sud, où les petits cours d'eau s'assèchent tous les étés, cependant que le vent brûlant transporte la poussière. C'est ce que les Russes appellent *mгла*, qui signifie tout autant la brume que l'obscurité²¹.

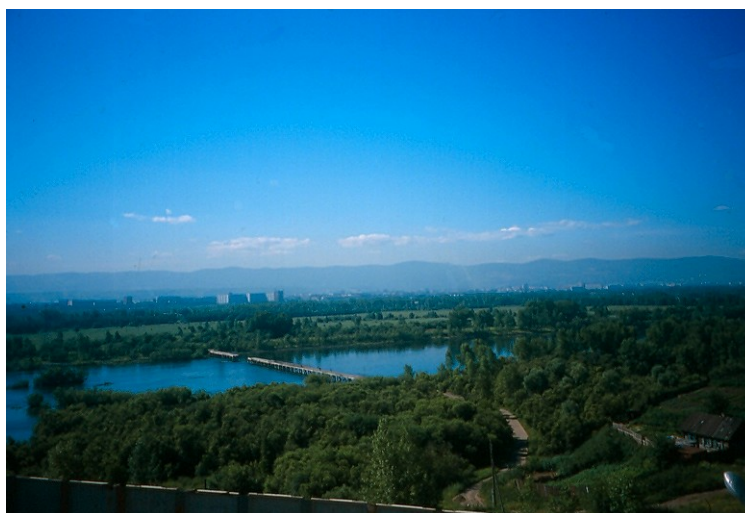


Photo 9 L'Iénisséï, limite orientale de la zonalité des isothermes d'été
Cliché L. Touchart, juillet 2004

Jusqu'au fleuve Iénisséï (92° de longitude Est), la moitié occidentale de la Russie présente des isothermes estivales qui suivent les parallèles. Au-delà, le dessin des lignes d'égale température est plus compliqué et s'accidente de segments méridiens. A l'endroit où le 56^e parallèle franchit l'Iénisséï, la ville de Krasnoïarsk possède une moyenne mensuelle de juillet de 18,5 °C. La photo est prise depuis le nord de la ville et laisse apercevoir dans le lointain les monts du Saïan Oriental, où le gradient altitudinal fait chuter la température.

²¹ Le géographe Camena d'Almeida (1932) réservait le terme aux brumes de chaleur et de poussière estivales. Et il est vrai que la brume précédant l'orage se prête particulièrement à l'emploi. Dans *la Steppe*, A. Tchékhouv (1888, chap. 7) écrit « *mгла была гouchché* » (« la brume était plus épaisse ») juste avant le terrible orage qui traumatisa le petit Iégorouchka. Cependant, dans la langue russe, l'usage du mot est beaucoup plus vaste et, en cas de faible visibilité, le terme est aussi employé en hiver, quand la tempête de neige fait se confondre le sol et le ciel. Pouchkine employa *moutnaïa mгла* (« brume trouble ») dans son récit *La tempête de neige* (1831).

1.2. La Russie souffre-t-elle de sécheresse ?

Si la Russie est incontestablement identifiée par tous comme la nation du froid, elle est plus rarement caractérisée, du moins dans les présentations occidentales de géographie régionale²², comme un pays de la sécheresse. Pourtant, chaque année, elle voit tomber sur son territoire une tranche d'eau d'environ 250 mm inférieure à celle qui arrose les terres émergées de la planète. C'est que tout dépend du sens qu'on donne à cette sécheresse. Veut-on souligner la faiblesse des précipitations par rapport à la moyenne mondiale ? Préfère-t-on compter le nombre de jours sans précipitations, auquel cas l'hiver russe apparaîtrait clairement ? Souhaite-t-on insister sur la relation à l'évaporation, si bien que la saison chaude et la moitié méridionale du pays seraient montrées du doigt ?

1.2.1. Un pays peu arrosé, surtout au nord-est

La Russie reçoit peu d'eau atmosphérique et c'est d'autant plus vrai qu'on va vers l'est, du moins sans compter les montagnes de la façade pacifique. A l'échelle de l'ensemble du territoire russe, le total moyen précipité est de 564 mm par an (Rakovskaja et Davydova, 2003, synthétisant des données publiées entre 1967 et 1998), inférieur de 30 % à la moyenne mondiale des terres émergées. Les deux tiers centraux de la Russie d'Europe reçoivent entre 500 et 700 mm par an avec des maxima en Bachkirie²³, la Plaine de Sibérie Occidentale partout moins de 600 mm et, après une légère remontée sur le Plateau de Sibérie Centrale, le total chute à moins de 400 mm à l'est de l'Oléniok et du Viliouï et même moins de 300 mm sur de grandes distances à l'est de la Léna. Ces valeurs, surtout en Russie d'Europe, sont pourtant supérieures à celles d'il y a une centaine d'années. A Moscou, le total précipité au début du XX^e siècle était de 533 mm par an, la normale de 1931 à 1960 était de 575 mm et la moyenne est maintenant de 605 mm. A Yakoutsk, le total annuel était de 213 mm de 1931 à 1960, il est de 240 mm pour la normale de 1961 à 1990.

Au nord et au sud de ce grand ruban central, les précipitations sont encore plus faibles, sauf là où s'élèvent des montagnes. Cette diminution tient à ce qu'on passe au milieu polaire au nord et au milieu semi-aride au sud. Au nord du ruban tempéré, les plaines littorales de l'Océan glacial arctique tombent en dessous de 300 mm de précipitations annuelles, même dans la partie européenne.

Au sud, là où les plaines s'étendent sur de grandes distances, que ce soient la plaine Caspienne en Europe ou les steppes frontalières du Kazakhstan en Sibérie, les précipitations déclinent fortement pour donner des totaux semi-désertiques. A Volgograd, il précipitait il y a un siècle 270 mm par an et les valeurs actuelles sont autour²⁴ de 400 mm. A Astrakhan, les totaux annuels du début du XX^e siècle étaient à 160 mm et dépassent aujourd'hui²⁵ tout juste 200 mm, soit des valeurs proches de celles de Khartoum dans le Sahara soudanais. Dans les steppes du sud de la Sibérie occidentale, Omsk reçoit 390 mm par an pour la normale de 1961 à 1990 (325 mm de 1931 à 1960).

²² A l'heureuse exception de l'ouvrage *Géopolitique de la Russie* de Pascal Marchand (2007), qui présente l'hydroclimatologie de la Russie par les trois titres « La dictature de l'hiver », « La contrainte de l'eau » et « Vaincre le froid », et de quelques autres écrits.

²³ Et encore la capitale bachkire elle-même, Oufa, ne reçoit-elle que 569 mm par an (normale 1961-1990).

²⁴ Exactement 403 mm pour la normale 1961-1990.

²⁵ Exactement 213 mm pour la normale 1961-1990.



Photo 10 La Russie, un pays peu arrosé et ses parcs jaunis en fin d'été
Cliché L. Touchart, septembre 2010

La Russie reçoit 30 % de moins de précipitations que la moyenne mondiale. Moscou, qui voit tomber 605 mm par an, est représentative du territoire russe, seulement un peu au-dessus de la moyenne du pays. Cependant, au-delà de ces moyennes, c'est normalement la saison chaude la plus arrosée. Mais le mois de septembre 2010 survenait après deux mois d'une sécheresse exceptionnelle qui avait paillé les parcs et grillé les feuillages, ici ceux du jardin de l'aqueduc de Rostokino.

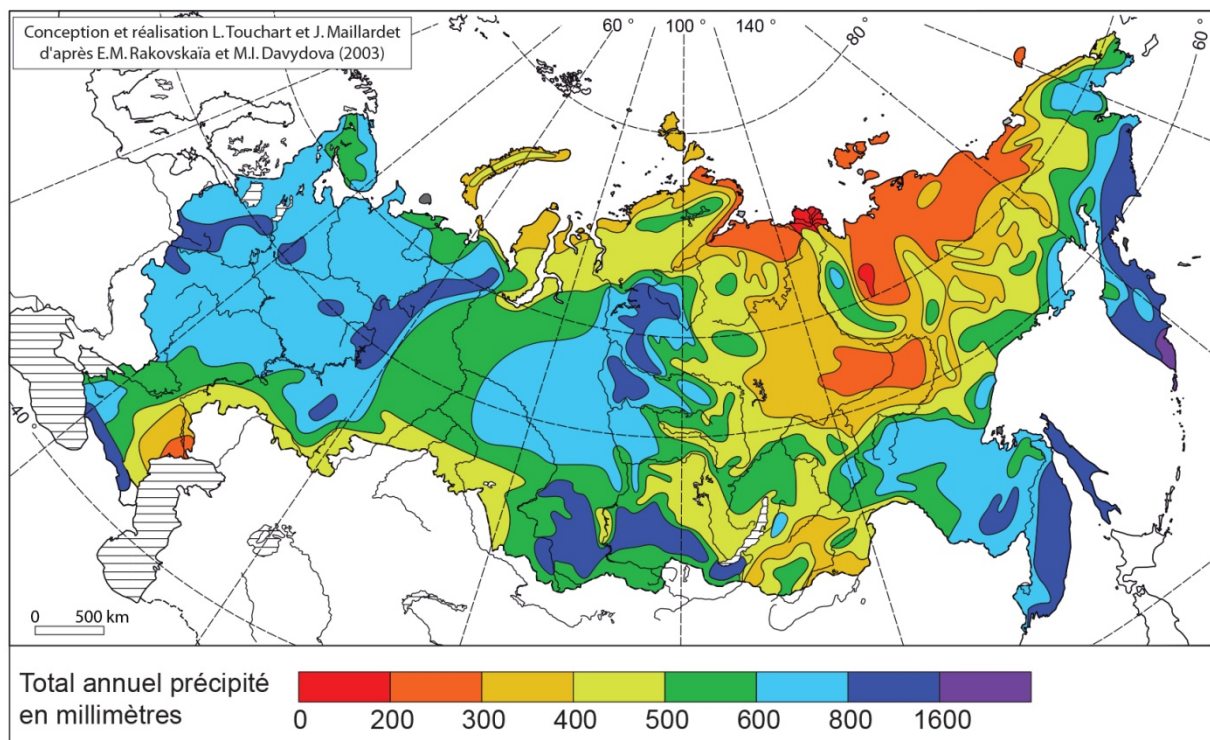


Figure 7 Carte des isohyètes annuelles de Russie

Ailleurs au sud, la situation est compliquée par le relief. Les montagnes provoquent une importante augmentation des totaux pluviométriques dans certaines régions méridionales de la Russie. La station météorologique qui enregistre les plus fortes valeurs russes, soit 3 700 mm par an, se trouve dans le Caucase. En Sibérie, les chaînes de l'Altaï et du Saïan accroissent un peu les précipitations, mais elles forment aussi des bassins d'abri très peu arrosés. Par exemple, la station de Khoujir, sur l'île principale du lac Baïkal, protégée dans le fossé du rift, enregistre autour de 150 mm par an. C'est surtout en Extrême-Orient que les montagnes jouent un fort rôle. Le Kamtchatka, presque île volcanique qui s'élève au-dessus du Pacifique, a les plus fortes valeurs de Russie d'Asie, mais Sikhote-Aline et Sakhaline connaissent aussi de forts abats. Cependant, les grandes villes sont souvent situées dans des bassins plus abrités. La capitale de l'Extrême-Orient Russe, Khabarovsk, reçoit 705 mm par an (normale 1961-1990, mais 558 mm pour la normale 1931-1960).

Au-delà des totaux annuels, la répartition saisonnière des précipitations favorise, partout en Russie, les pluies d'été. Le littoral de la mer Noire est la seule exception d'un maximum hivernal. Sur tout le reste du territoire russe, les précipitations de saison chaude, souvent sous forme d'orages et d'averses de forte intensité, provoquent l'essentiel du total. En Europe, 37% des précipitations annuelles de Moscou et 41 % de celles de Kazan tombent de juin à août. En Sibérie ces trois mois concourent à 62 % du total d'Irkoutsk, et en Extrême-Orient, la proportion est de 52 % à Khabarovsk, et même de 68 % si on ajoute septembre. En effet, à peu près partout en Russie, c'est l'automne la deuxième saison la plus arrosée, le phénomène étant plus marqué en Europe et en Extrême-Orient qu'en Sibérie. Les précipitations de septembre à novembre représentent ainsi 29 % du total à Oufa²⁶, 25% à Moscou, 19 % à Irkoutsk et 25 % à Khabarovsk (normales²⁷ 1931-1960).

²⁶ Normale 1961-1990.

²⁷ Ces proportions sont stables de normale en normale. Par exemple, pour la normale suivante (1961-1990), la proportion des précipitations tombant à Khabarovsk est de 54 % de juin à août et de 67 % de juin à septembre. Elle est de 23 % pour l'automne de septembre à novembre.



Photo 11 La steppe du Baïkal, un milieu ne recevant que 150 mm de précipitations par an
Cliché L. Touchart, août 2006

La Sibérie est presque partout très peu arrosée. Le fossé d'effondrement du Baïkal accentue encore la sécheresse. Les îles du centre du lac, abritées par les reliefs encadrants, dont la chaîne Maritime (Primorski) visible à gauche, sont très sèches. La photographie est prise depuis le sommet de l'île d'Ogoï, qui offre sa steppe au premier plan, et dévoile l'île d'Olkhon à droite (au sud-est) et l'île de Zamogoï au centre gauche (nord-nord-ouest). La station météorologique de Khoujir (150 mm par an) se trouve à 23 km.



Photo 12 La Sibérie, un pays aux pluies d'été
Cliché L. Touchart, août 2006

La Russie est un pays à l'hiver sec et à l'été humide. À environ 80 km au sud-ouest d'Irkoutsk, le Saïan (depuis lequel la photo est prise) et le Khamar-Daban (au fond) sont des massifs montagneux arrosés en été. Le mois d'août correspond à lui seul à 22 %, juillet et août cumulés à 44 % du total annuel des précipitations. Si l'on ajoute juin, le trimestre estival représente 62 % du total.



Photo 13 L'automne, deuxième saison la plus arrosée après l'été
Cliché L. Touchart, août 2006

En Russie, les précipitations de septembre à novembre forment souvent un quart du total annuel. Ici, en Sibérie baïkalienne, des pluies de fin d'été, à une latitude assez haute et pour un soleil formant un angle assez faible au-dessus de l'horizon, construisent un arc-en-ciel, la radouga des Russes, au-dessus de la base de Tchara.

De fait, en contraste avec l'été et l'automne, l'hiver russe est très sec, surtout en Asie. Contrairement à une idée répandue, il neige peu en Sibérie. A la différence de celle d'automne, la neige hiémale est sèche : c'est la *porocha*, que le vent balaie. Si le tapis au sol donne l'impression de l'abondance, c'est qu'il n'y a aucune fonte pendant de nombreux mois, si bien que le peu qui tombe s'accumule sans perte²⁸. C'est aussi qu'il y a de nombreux amas poussés par le vent, des congères de différentes formes. L'hiver sibérien est très clair et l'air, limpide, est particulièrement sec. En Europe, les chutes de neige sont plus importantes, notamment au sud, parfois sous forme de tempêtes. L'humidité de l'air est plus forte et l'insolation est bien plus faible qu'en Sibérie.

1.2.2. Un pays qui fait fondre plus qu'il n'évapore ?

D'après le critère hydroagronomique du bilan climatique, qui compare les précipitations (*ossadki*) et l'évapo-transpiration potentielle²⁹ (*ispariaémost*), la satisfaction des plantes en eau est globalement réalisée au nord du 55° parallèle en Russie d'Europe et en Sibérie occidentale. La limite entre l'excédent et le déficit se lit comme l'isoligne nulle sur une carte de la différence entre les précipitations et l'ETP ou bien comme l'isoligne de l'unité sur une carte du rapport entre ces mêmes valeurs. La première représentation est celle de la *raznost ossadkov i ispariaémosti* des Russes, le « bilan climatique » de Pierre Pagney (1988, p. 81), équivalant aux « précipitations utiles » de Charles Péguy (1970, p. 282). La seconde est celle du *koefitsient ouvlajnénia* des Russes, mot à mot le

²⁸ « Les anticyclones résultants font durer le manteau neigeux qui est de faible épaisseur, car les chutes ont lieu en automne » (Vigneau, 2005, p. 79).

²⁹ Les géographes russes (par exemple A.F. Triochnikov, E.M. Rakovskaïa, M.I. Davydova) emploient simplement le mot « évaporabilité » (*ispariaémost*) pour désigner l'évapo-transpiration potentielle (ETP) du français. On peut rapprocher *ispariaémost* de l'ancien « pouvoir évaporant de l'atmosphère » du Français A. Coutagne, avant d'être remplacé par l'ETP de l'Américain C.W. Thornthwaite (Péguy, 1970, p. 264). Dans leur dictionnaire multilingue d'hydrologie, les Arméniens V. Sarkissian et V. Andréassian (1996) traduisent ETP par le russe *maksimalnoïé soummarnoïé isparénié* (évaporation totale maximale), mais il y a vraisemblablement une confusion avec ETM, « le niveau de l'évapotranspiration des plantes en fonction de leur stade de croissance » (Pagney, 1988, p. 81).

coefficient d'humidité. Celui-ci est le plus souvent utilisé en Russie pour déterminer les besoins des plantes cultivées en irrigation³⁰ (voir chap. 2). Quel que soit le mode de représentation choisi, on note que la partie méridionale de la Russie d'Europe et de la Sibérie est déficitaire, de même que la Yakoutie.

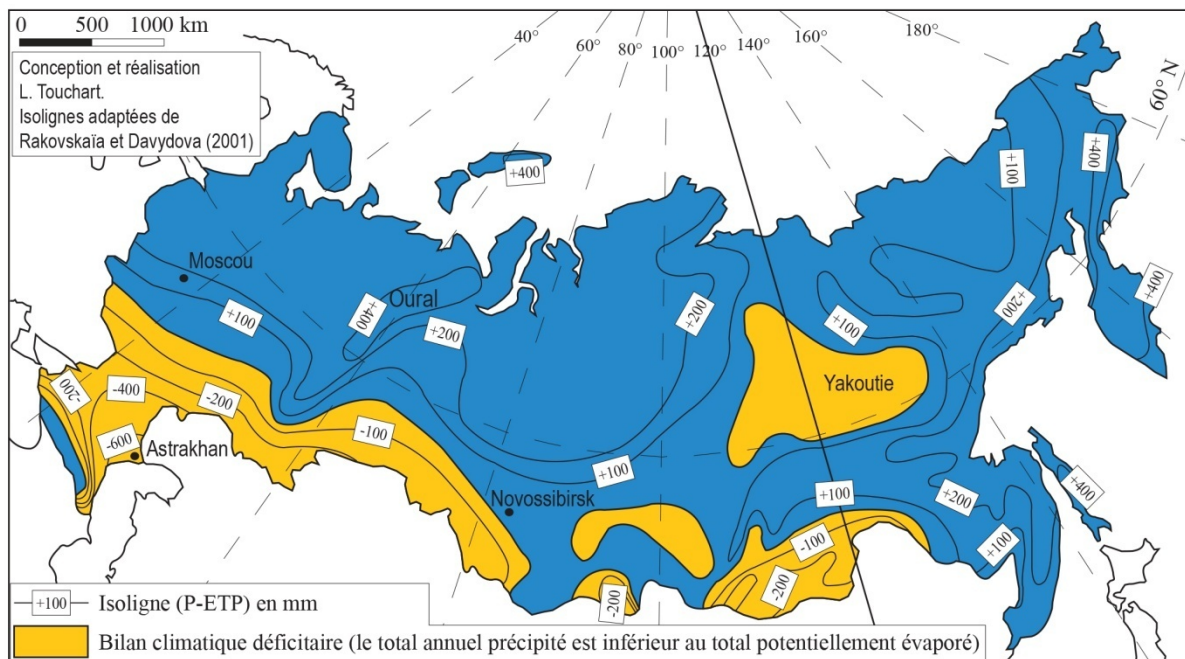


Figure 8 La sécheresse de la Russie selon le critère du bilan climatique

Nous n'aborderons pas ici les questions d'eau dans le sol, qui ressortent de l'hydrologie et de la pédologie plus que de la climatologie. Cependant, il ne peut être passé sous silence le paradoxe, typiquement russe³¹, selon lequel la sécheresse atmosphérique s'accompagne d'un engorgement des sols de la forêt de conifères³², dû à l'eau de fonte imbibant le mollisol en été, bloquée par la dalle imperméable du pergélisol situé en dessous.

2. Un septentrion massif

Les caractères dominants du climat russe, en premier lieu l'importance du froid, tant en durée qu'en intensité, et la faiblesse annuelle des précipitations, mais aussi l'existence d'un court été chaud et assez humide, trouvent leur explication dans la situation géographique du pays et les liens de celle-ci avec les grands centres d'action. Ouverte sur l'Arctique et possédant un centre géométrique à 66° 25' de latitude³³, la Russie est-elle avant tout un septentrion³⁴ des coulées polaires et des déficits calorifiques ? Ou n'est-elle pas d'abord un pays de la rigueur continentale ? Aux yeux de son fils climatique, le territoire russe garde-t-il la tête froide ou n'est-il qu'un gros plein de borchtch ?

³⁰ C'est ce coefficient qui est représenté pour l'ensemble de l'URSS dans la carte de P. Marchand (1993, p. 39).

³¹ Voir la partie intitulée « la forêt boréale et le pergélisol, une originalité russe » in Touchart (2010, pp. 203-204).

³² « Le court été, seul caractère 'tempéré', et qui permet la taïga, fait fondre non pas le permafrost mais la neige et les glaces superficielles. D'où le paradoxe d'une discrète sécheresse atmosphérique (type TC3) dans un milieu gorgé d'eau (en état de dysréisme) » (Vigneau, 2005, p. 79).

³³ Le centre géométrique de la Fédération de Russie se trouve être le lac Vivi, par 66° 25' N et 94° 15' E. Un monument de sept mètres de hauteur y a été érigé en août 1992 par l'expédition d'I.D. Papanine.

³⁴ Blaise Cendrars développe largement ce trait dans ses deux poèmes « Prose du Transsibérien et de la petite Jeanne de France » et « La légende de Novgorode », par exemple :

« Dans le Nord où le ciel renversé comme un baquet
inonde tout de lait, et sans doute

la Voie Lactée ne tarira jamais, et où vogue la lune, motte de beurre frais –

ce Nord, y suis-je vraiment allé ? Ah ces nuits blanches de Saint-Petersbourg

comme un halo de champs blancs dans ma mémoire » (Sausser, 1907, « La légende de Novgorode »).

2.1. Un pays du nord qui regarde vers le nord

La totalité du territoire russe est située à des latitudes élevées et cette localisation géographique explique la longueur du froid hivernal et, en partie, son intensité. Les rayons du soleil frappent la Russie avec un angle d'incidence faible. Ainsi, à Saint-Petersbourg, dont le centre-ville se trouve à $59^{\circ}55'$ de latitude, l'angle d'incidence maximal possible, celui du solstice d'été à midi, ne peut dépasser $54^{\circ}12'$. En hiver, la situation est bien plus difficile. A midi le jour du solstice d'hiver, l'angle d'incidence est de $7^{\circ}18'$. La ville est donc éclairée de rayons rasant l'horizon, qui donnent certes un spectacle féerique en se reflétant sur les palais des bords de la Néva gelée, mais contribuent surtout à l'atmosphère glaciale. Ils ont traversé une épaisse couche atmosphérique et ils dispersent leurs calories sur une grande superficie, si bien qu'ils sont peu chauffants. Un rayon qui frappe Saint-Petersbourg le 21 décembre à midi a perdu son énergie en traversant une masse atmosphérique près de huit fois³⁵ plus grande que pour un angle de 90° . Le coefficient de transmission de l'atmosphère étant de 60 %, l'énergie atteignant le sol ne représente qu'à peine 2 % de ce qu'elle était au sommet de l'atmosphère³⁶. La perte d'énergie dépasse donc les 98 %, alors qu'elle n'est que de 40 % sous le tropique du capricorne au même moment. En outre, ce rayon solaire qui a perdu l'essentiel de ses calories à la traversée de l'atmosphère répartit le peu qu'il lui reste sur une surface sept fois plus grande que dans le cas d'un angle de 90° . Bref, en tant que pays du septentrion, la Russie a un bilan radiatif³⁷ très négatif (Baraškova *et al.*, 1961).



*Photo 14 La Russie, pays des hautes latitudes : soleil rasant à Saint-Petersbourg
Cliché L. Touchart, décembre 2004*

Le froid russe est en partie expliqué par sa situation nordique. Au solstice d'hiver, l'angle d'incidence des rayons solaires est très bas : à Saint-Petersbourg il se trouve à seulement 7° au-dessus de l'horizon au plus haut de la journée. Ces rayons n'apportent pratiquement aucune énergie calorifique à la Néva, qui reflète l'Académie des Beaux Arts.

³⁵ Selon la loi de Bouguer, l'épaisseur atmosphérique traversée est l'inverse du sinus de l'angle d'incidence, soit, pour un angle d'incidence de $7^{\circ}18'$, donc 7,3 en décimale, exactement 7,87 fois l'épaisseur d'un rayon zénithal.

³⁶ Il s'agit de porter 0,6 à la puissance 8, ou plus précisément à la puissance 7,87, ce qui donne 0,01795. Donc il reste au sol seulement 1,795 % de la constante solaire.

³⁷ La question du bilan radiatif et du bilan thermique a été particulièrement bien étudiée par les Russes. Le géographe américain Paul Lydolph écrivait que 1977 que « les climatologues russes furent parmi les premiers à reconnaître le besoin fondamental de compréhension des divers éléments du bilan thermique de la Terre, et les climatologues soviétiques ont dominé le monde durant ces deux ou trois dernières décennies en terme de recherches et de publications concernant cet aspect du climat » (p. 230, en anglais).

Le froid hivernal est accentué en outre par longueur de la nuit. A Saint-Petersbourg, en décembre, il ne fait jour que quelques heures, de la fin de la matinée au début d'après-midi. Au-delà du cercle polaire, les villes russes connaissent la nuit polaire vingt-quatre heures sur vingt-quatre, dont la durée augmente avec la latitude. Dans la grande ville de Norilsk, le soleil ne se lève pas de la fin novembre à la mi-janvier. Aucune calorie n'est donc apportée, tandis que le rayonnement terrestre continue quant à lui de renvoyer dans l'atmosphère le peu d'énergie gagnée en saison chaude. Il le fait d'ailleurs d'autant plus que le ciel est clair, comme partout en Sibérie en hiver. La longueur des nuits est aussi une raison du passage brutal de la saison froide à la saison chaude. Comme la Russie est située aux hautes latitudes, la décroissance du nombre d'heures de nuit se fait très vite au printemps et son augmentation est tout aussi rapide à l'automne.

Le froid hivernal est enfin accentué par l'importance de l'albédo. La partie de la radiation solaire réfléchiée par les terres russes est en effet très forte, car le tapis neigeux blanc renvoie les rayons incidents à des valeurs de 60 à 90 %. Pendant trois à quatre mois³⁸, c'est la presque totalité du territoire russe qui subit de telles valeurs de réflexion. Sur les glaciers des archipels de l'Océan glacial arctique et des hautes montagnes méridionales, cette perte calorifique s'effectue même toute l'année.



Photo 15 Le froid s'entretient lui-même et assèche l'hiver russe
Cliché L. Touchart, décembre 2009

Les vastes étendues neigeuses de la Russie, même en ville comme ici à Moscou, réfléchissent la radiation solaire par leur fort albédo et entretiennent ainsi le froid. En outre, l'air, à basse température, possède une capacité hygrométrique faible. Au cœur de l'hiver, l'air russe ne peut contenir qu'une humidité absolue très réduite.

³⁸ L'homogénéité des valeurs d'albédo culmine de fin novembre à début mars. C'est au printemps que la carte des valeurs d'albédo montre la plus grande hétérogénéité géographique sur le territoire russe. « Cette zone de transition en avril présente le gradient de réflexion le plus intense de toute l'année. Seule une petite part de la Sibérie du Centre-nord a des valeurs de réflexion supérieures à 80 %, tandis qu'une grande partie de la plaine d'Europe méridionale est en dessous de 20 % » (Lydolph, 1977, p. 230, en anglais).

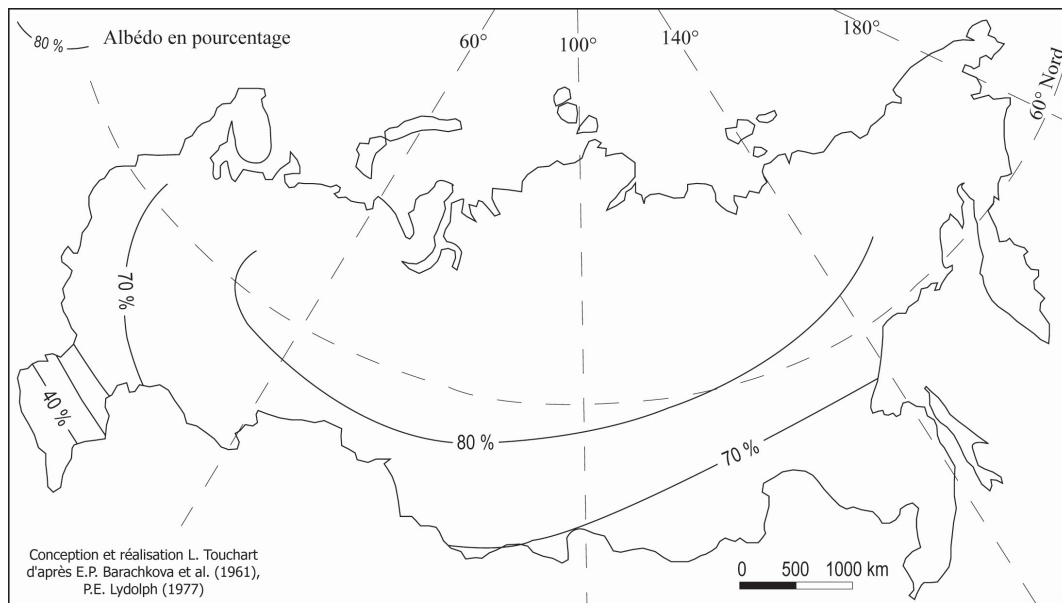


Figure 9 Les valeurs d'albédo en janvier : la réflexion de la Russie blanche

Le long froid de l'hiver russe cause lui-même la faiblesse des précipitations en cette saison. L'évaporation et la capacité hydrométrique de l'air sont réduites par les basses températures. En janvier, 70 % du territoire russe ont une tension critique de vapeur d'eau inférieure à 0,9 gramme par mètre cube d'air, si bien qu'il est physiquement impossible à des précipitations importantes de se produire. Le froid oblige à la sécheresse. Les rares précipitations hivernales tombent en outre sous forme solide, si bien que le coefficient nivométrique de l'hiver est élevé. Même à Saint-Pétersbourg, l'un des endroits les plus doux de la Russie en hiver, la proportion de neige par rapport aux précipitations totales est supérieure à 85% de décembre à mars inclus, atteignant 95 % en février. En revanche, le coefficient nivométrique de l'année est peu élevé, puisque l'essentiel des précipitations est estival.

Non contente d'être un pays situé très au nord, la Russie s'ouvre largement sur l'Arctique, tandis qu'elle est fermée par des barrières montagneuses au sud. La simple disposition des reliefs accentue donc les influences venues du nord. Toute la Sibérie – et c'en est la définition même – est inclinée vers l'Océan glacial arctique. La Russie d'Europe est certes, par son drainage vers la Volga et le Don, en grande partie tournée vers le sud, mais d'une part il n'y a aucun obstacle à l'influence atmosphérique venue du nord et d'autre part la barrière caucasienne bloque nettement les influences climatiques méridionales³⁹. Par sa situation essentiellement en milieu tempéré, la Russie se trouve dans la zone des grands flux d'ouest d'origine dynamique, mais sa béance topographique vers le nord l'ouvre à la circulation méridienne, d'origine thermique, qui se matérialise notamment par l'importance des coulées d'air polaire.

Le rejet des montagnes à la périphérie fait de la Russie un pays de plaines et de bas plateaux, qui offrent ainsi d'immenses espaces de faible rugosité accentuant la faiblesse des précipitations. L'ascendance orographique est repoussée sur les chaînes et massifs fermant le midi de la Russie et encore ces reliefs sont-ils orientés parallèlement aux vents d'ouest. En dehors de l'Oural, très surbaissé, aucun relief important ne s'oppose de plein fouet aux flux humides, renforçant encore la faiblesse des précipitations.

Finalement, sur de grandes distances, seul l'Extrême-Orient Russe fait exception. Par son relief du Pacifique, c'est-à-dire à composante dominante du nord au sud, il fait face aux flux zonaux et, surtout, il favorise les échanges méridiens, y compris venus du sud. C'est ici, dans la région de

³⁹ « Quant à la grande marge qui borde le pays par le sud, elle est presque partout fermée de hautes montagnes qui bloquent, de fait, les flux d'air chaud et humide venant de l'océan Indien et des mers adjacentes, qui, autrement, seraient importants » (Lydolph, 1977, p. 1, en anglais).

Vladivostok, le bassin de l'Oussouri et même, plus au nord, la plaine de l'Amour que vient mourir, en fin d'été, la mousson. Certes, en bout de course, la masse d'air équatorial, dégénérée, est peu épaisse, si bien que les pluies frontales dominent les mécanismes de convection, mais cette invasion de lointaine origine tropicale en milieu tempéré continental donne des températures élevées et des pluies plus abondantes qu'ailleurs en Russie. A Vladivostok, la température moyenne d'août est de 22 °C et les précipitations annuelles de 830 mm nettement déportées sur la fin de l'été, avec 194 mm en août et 113 mm en septembre. A Khabarovsk, le mois de septembre est le 3^e le plus arrosé de l'année, après août et juillet, alors que c'est juin partout ailleurs en Russie. Et, surtout, la mousson moribonde pénétrant plus ou moins loin vers le nord, l'irrégularité d'une année à l'autre est très forte, à l'opposé du reste du pays habitué à la régularité continentale.

2.2. Le pays le plus continental du monde

On sait que, sur la planète bleue où les océans sont le moteur général du climat, la distance à la mer la plus proche est une donnée importante. Or la Russie occupe tout le centre de la plus grande masse terrestre de la planète. Le centre géométrique de l'Asie se trouve d'ailleurs dans la république de la Fédération de Russie de Touva, et un obélisque dominant un globe terrestre a été érigé en 1964 sur le quai de l'Iénisseï de sa capitale, Kyzyl, pour matérialiser ce point symbolique.

Mais, bien que les retours d'est et les échanges méridiens ne soient pas négligeables, l'important, dans la zone des flux d'ouest qu'est le milieu tempéré, est la distance à l'océan occidental le plus proche. La continentalité est certes un fait général qu'on retrouve ailleurs, mais le cas russe est original, car l'Eurasie est non seulement la plus grosse masse continentale du monde⁴⁰ mais, qui plus est, elle s'allonge, contrairement à l'Amérique, d'ouest en est. Or la Russie épouse cette double caractéristique eurasiatique, étant elle-même située à l'est de ce continent et s'étirant d'ouest en est sur plus de 9 000 km. Bref la continentalité atteint son record mondial en Sibérie orientale et le gradient climatique à l'intérieur d'un même pays trouve en Russie une ampleur inégalée.



Photo 16 Le pays le plus continental du monde dans la zone des vents d'ouest
Cliché L. Touchart, août 2006

*La Russie a un climat continental faisant alterner un blocage anticyclonique en saison froide et une circulation libre en saison chaude. Venue d'ouest, celle-ci s'avilit en Sibérie. C'est en fin d'été et en automne que la Russie se trouve en régime d'ouest le plus marqué. Mais les échanges méridiens n'y sont pas rares. Ici, en Sibérie orientale, un flux de nord-est, dit *verkhovik* (« le vent de l'amont ») par les locaux, lève des vagues du lac Baïkal d'autant plus cambrées que le flux est canalisé par le détroit de la Petite Mer.*

⁴⁰ « Le climat de l'Eurasie septentrionale est caractérisé par un degré de continentalité élevé ou extrêmement élevé » (Shahgedanova, 2002, p. 70, en anglais).

L'océan, très éloigné, et, qui plus est, gelé une grande partie de l'année au nord et à l'est du pays, perd son rôle de redistributeur de calories adoucissant les hivers, rafraîchissant les étés et retardant les saisons. La Russie connaît donc un régime thermique conforme au bilan radiatif. C'est ainsi la continentalité qui explique la grande rigueur de l'hiver russe, la chaleur de l'été malgré les latitudes élevées⁴¹, la brutalité du passage de l'hiver à l'été et la forte amplitude thermique annuelle. C'est elle aussi qui provoque un rythme saisonnier proche de la course du soleil dans le ciel. En Russie, le froid culmine toujours en janvier et la chaleur en juillet⁴², car il n'y a presque aucune inertie océanique. Plus significatif encore, juin est presque partout en Sibérie⁴³ plus chaud qu'août et cette domination arrive même déjà en plusieurs stations de Russie d'Europe⁴⁴.

En hiver, la terre, très froide, stabilise l'air à sa base, provoque une inversion verticale de température qui empêche les précipitations et construit un centre de hautes pressions pelliculaires d'origine thermique que contournent les perturbations. C'est un régime de circulation atmosphérique bloqué⁴⁵. Cet anticyclone, dit russo-sibérien, a son cœur au niveau du lac Baïkal et de la haute Léna, c'est-à-dire une localisation décalée vers le sud par rapport au minimum thermique. La pression⁴⁶ y dépasse 1 050 hPa, parfois 1 060 et même 1080 hPa. Dans l'air froid de la base de la colonne atmosphérique, la forte densité provoque une chute rapide de la pression en s'élevant en altitude. L'anticyclone russo-sibérien est donc surmonté d'une dépression à des altitudes d'ailleurs assez faibles de 2 000 à 3 000 m.



Photo 17 *Effet de la continentalité, un rythme saisonnier calqué sur la course du soleil : le pic de juillet en Sibérie centrale*
Cliché L. Touchart, juillet 2004

Pays le plus continental du monde, la Russie présente, en Sibérie centrale, un climat sans inertie calorifique venue de l'océan. Le mois de janvier est toujours le plus froid et juillet le plus chaud. Ici, à la traversée de la rivière Kan à l'est de la ville de Kansk, à 1 620 km de la mer la plus proche (le fond des baies de la mer de Kara), à 2 250 km de la mer d'Okhotsk et à plusieurs milliers de kilomètres de l'Atlantique, d'où proviennent lointainement les flux d'ouest dominants, la moyenne mensuelle de juillet est de 19,1 °C, soit 3,1 °C supérieure à celle d'août. Ce gros écart montre la forte continentalité de la région.

⁴¹ Les climatologues mettent souvent en garde contre l'exagération des chaleurs estivales d'ouest en est due à la continentalité. Certes, par rapport au refroidissement de l'hiver, cet effet est très réduit. Cependant, nous pouvons rappeler que Yakoutsk offre une température moyenne mensuelle de juillet supérieure à celle de Moscou (18,3 °C contre 18,0 °C pour la normale de 1961-1990).

⁴² A Moscou (normale 1961-1990), la décade la plus chaude de l'année est la troisième de juillet (18,6 °C) et la plus froide la troisième de janvier (moins 9,8 °C).

⁴³ Par exemple, à Omsk, la moyenne de juin est de 17,2 °C et celle d'août 16,2 °C (1931-1960).

⁴⁴ Le cas est remarquable sur le piémont européen de l'Oural. Par exemple, à Oufa, la moyenne de juin est de 17,5 °C, celle d'août de 16,8 °C (1961-1990). A Moscou même, beaucoup plus à l'ouest, juin présente une moyenne de 16,5 °C et août 16,3 °C pour la normale 1961-1990.

⁴⁵ « L'après-midi de janvier touchait à sa fin ; le froid du soir tombant renforçait encore son emprise sur l'air immobile » (Tourguéniev, 1862, *Pères et fils*, chap. XXVIII).

⁴⁶ Ce fait majeur était déjà souligné par le géographe fondateur de la climatologie russe : « le climat de l'immense espace que l'on appelle Sibérie orientale offre un intérêt hors ligne : nous y trouvons en hiver la plus haute pression moyenne qui existe sur le globe, un des grands anticyclones, comme disent les météorologistes » (Woeikov, 1897, p. 385).



Photo 18 Le cœur froid de l'anticyclone russo-sibérien entre Baïkal et Léna
 Cliché L. Touchart, octobre 1996

Pendant la saison froide, un anticyclone d'origine thermique s'installe sur la Russie, à commencer par la Sibérie. Les plus hautes pressions se situent au cœur du continent asiatique, un peu décalées vers le sud-ouest par rapport au minimum de température yakoute. Cet anticyclone, qui empêche les perturbations d'entrer sur le territoire, est le représentant hivernal le plus manifeste de la continentalité de la Russie. Ici, en cette fin d'octobre, la température est déjà très froide et l'air sec, très clair, glace la capitale de la Sibérie orientale. La forme des fumées d'usine du quartier de la gare d'Irkoutsk montre les valeurs élevées de la pression atmosphérique.

Ce caractère pelliculaire des hautes pressions explique la systématisation des inversions thermiques dans les montagnes sibériennes. En hiver, les températures sont moins rigoureuses sur les pentes de l'Altaï, du Saïan, du Stanovoï, des monts de Verkhoïansk, de la chaîne de Tcherski, que dans les fonds des grandes vallées et les bassins intra-montagnards où sont relevées les plus basses valeurs⁴⁷.

Malgré sa minceur, l'anticyclone russo-sibérien bloque les perturbations, qui le contournent par le nord⁴⁸ et le sud⁴⁹, préservant ainsi le territoire russe de précipitations⁵⁰. La sécheresse de l'hiver en provient. Ces hautes pressions généralisées expliquent aussi l'homogénéité du froid russe, eu égard à la taille de cet immense territoire. L'extension en latitude est masquée par la direction des flux émis par l'anticyclone dans le sens des aiguilles d'une montre. C'est ainsi que le sud-ouest de la Sibérie et le sud de la Russie d'Europe reçoivent des vents très froids du nord-est, tandis que le nord de la Russie est soumis à des flux de sud-ouest plus doux, qui finissent par uniformiser le froid.

L'anticyclone thermique est construit et renforcé par le fort rayonnement terrestre qui fait perdre sa chaleur au sol, mais celui-là renforce à son tour celui-ci par l'absence d'humidité qu'il préserve. Le ciel très clair de la Sibérie en hiver favorise la déperdition énergétique par rayonnement nocturne. Cependant, cet anticyclone thermique se construit et se détruit beaucoup plus rapidement qu'un centre de hautes pressions dynamiques, d'où la brutalité du passage de l'hiver à l'été. La fréquence des coulées froides méridiennes finit de tuer les mi-saisons et on a pu mesurer des chutes de température de plusieurs dizaines de degrés en quelques heures en automne ou au printemps.

En février, et surtout en mars, l'anticyclone se rétracte et, en avril, le régime de pressions s'inverse promptement, si bien que la Russie passe tout entière en basses pressions et dans un régime de circulation libre. L'air se réchauffe fortement à sa base en contact avec le continent, provoquant ainsi de forts gradients thermiques verticaux favorisant la convection. C'est l'origine des nombreux orages d'été en Russie. En juillet et août, le paysage atmosphérique de ce pays se caractérise par la fréquence des nuages à grand développement vertical. Les gros cumulo-nimbus au sommet d'un blanc

⁴⁷ A « Verkhoïansk [...] le sol gelé maintient une inversion de température pendant six mois » (Tabeaud, 2008, p. 62).

⁴⁸ Le littoral de la mer de Barents est la seule partie du territoire russe où dominent les basses pressions en hiver.

⁴⁹ Le littoral de la mer Noire est assez souvent en dépression hivernale, mais la prédominance moyenne reste anticyclonique.

⁵⁰ Un type de temps plus rare est celui des affaiblissements temporaires de l'anticyclone, qui permet l'entrée des perturbations atlantiques en Russie via le couloir baltique. Le temps perd alors sa clarté, devient nuageux, plus doux, et les chutes de neige peuvent se produire. Cela se produit plus fréquemment en Europe qu'en Sibérie.

vif en forme d'enclume et à la base sombre, presque noire, qu'on voit de loin arriver sur soi dans les grandes plaines est caractéristique de la Russie de saison chaude⁵¹. Les averses peuvent être violentes, mais elles sont de courte durée.



Photo 19 Les pluies convectives de l'été continental : cumulo-nimbus d'orage au-dessus du Baïkal

Cliché L. Touchart, août 2006

Un gros cumulo-nimbus à base noire a envahi le lac Baïkal en venant du sud. Il s'est formé au-dessus des steppes bouriates surchauffées et traverse le lac en direction d'Angassolka. La dépression creusée fait ressortir les taches du lac de densités différentes.

A l'inverse, la Russie estivale ne connaît pas, en général, de longues pluies. En effet, les perturbations océaniques sont ici en bout de course et elles ont déjà déversé leur surplus d'eau plus à l'ouest. Par sa continentalité, la Russie ne voit arriver sur elle que des perturbations dégénérées. Souvent l'occultation s'est faite avant, favorisée par le survol d'un long itinéraire terrestre. La circulation est certes libre, mais elle n'en reste pas moins très peu active. C'est pourquoi, tout en étant la saison des précipitations maximales, l'été n'est, en absolu, pas très arrosé non plus. Ces pluies malingres diminuent en outre d'ouest en est à l'intérieur du territoire russe. L'Europe est la plus arrosée en été, surtout sur le piémont occidental de l'Oural, et les perturbations atlantiques viennent parfois mourir au-delà de ce massif. En revanche, entre la Plaine de Sibérie Occidentale, effleurée par ces pluies⁵², et l'Extrême-Orient, touché par la mousson, la Sibérie orientale forme un angle mort d'une grande sécheresse. Rappelons que, à l'échelle annuelle, le centre du lac Baïkal est six fois moins arrosé que Nice et quatre fois et demi moins qu'Alger.

⁵¹ « Un nuage effrayant s'avancit sans hâte de toute sa masse compacte ; au bout pendaient de grands lambeaux noirs ; des lambeaux tout pareils, s'écrasant les uns sur les autres, s'entassaient à droite et à gauche de l'horizon. Cet aspect haillonneux donnait au nuage une allure d'ivresse, de canaillerie. Le tonnerre tonna clairement, sans rien de sourd » (Tchékhov A., 1888, *La steppe*, chap. 7). Dans le texte russe, Tchékhov emploie évidemment *toutcha* pour désigner ce nuage, qui est le terme commun pour cumulo-nimbus, le terme scientifique étant *koutchévo-dojdévoïe oblako*. *Toutcha* est aussi employé en hiver pour les gros nuages noirs de neige.

⁵² Cette humidité venue de l'ouest ne dépasse en général pas le méridien de l'Inéisséï. « A l'ouest de 100° est, une partie de la vapeur d'eau de l'atmosphère est apportée par les flux d'ouest humidifiés sur l'Atlantique » (Beltrando, 2004, p. 162).



Photo 20 Perturbations dégénérées ou occultées : la Sibérie des pluies oubliées
 Cliché L. Touchart, août 2008

*La présence de cirrus à crochet ou à virgule (*Cirrus uncinus*) montre que les vents sont forts et turbulents en haute altitude. Ils annoncent l'arrivée prochaine d'une perturbation ; mais celle-ci n'aura pas été active, comme pendant l'essentiel de l'été au-dessus du fossé du Baïkal, à la fois au centre du continent et en situation d'abri. La girouette de la station météorologique de Khoujir est visible tout à fait à gauche de la photographie.*

En conclusion, la Russie est le pays continental par excellence et tous les traits climatiques qui la caractérisent sont associés à cette influence terrestre. Même l'endroit le plus océanique du pays, la fenêtre ouverte sur la Baltique, offre déjà un climat nettement continentalisé. A Saint-Pétersbourg, l'amplitude thermique annuelle⁵³ est déjà grande : 26,3 °C ; l'hiver est déjà froid : janvier et février ont des moyennes de -8 °C (normale 1931-1960) ; les précipitations sont concentrées en été : 36 % tombent de juin à septembre.

Dans cette Russie partout continentale, les géographes déclinent le mot en lui ajoutant maints préfixes. Le climat est dit continental modéré (*oumérénno kontinentalny*) à Moscou, continental (*kontinentalny*) à Omsk, fortement continental (*rezko kontinentalny*) à Yakoutsck. Les géographes français distinguent couramment le continental de l'hypercontinental (Estienne et Godard), le continental modéré du continental sibérien et ce dernier du continental excessif (George), ou encore les climats russo-polonais, sibérien et yakoute (Viers et Vigneau). Toutes ces appellations traduisent le gradient de continentalité d'ouest en est. Les deux premiers de la trilogie caractérisent aussi les climats de l'Amérique du nord, mais le dernier n'existe qu'en Sibérie : « le climat le plus continental de la terre » (George, 1962, p. 164).

⁵³ Ch. P. Péguay (1970, p. 354) considère qu'un climat « océanique » a une amplitude thermique annuelle inférieure à 20 °C, un climat « continental » une amplitude supérieure à 28 °C. Saint-Pétersbourg appartient dans cette classification au « climat tempéré de transition », mais proche de sa limite orientale. G. Viers et J.-P. Vignaud (1990, p. 131) placent la limite entre le climat « lorrain » (océanique) et « russo-polonais » (continental) à 20°C d'amplitude thermique.



Photo 21 Saint-Petersbourg, point de départ du gradient de continentalité de la Russie ?
Cliché L. Touchart, août 2008

Les nuages d'étage moyen, bordiers de la Baltique, qui surmontent sous forme d'altocumulus la place de Moscou à Saint-Petersbourg, forment-ils la référence océanique du pays le plus continental du monde ? A l'échelle russe sans doute : c'est notamment l'une des seules villes de Russie où la moyenne de février soit plus froide que celle de janvier (moins 7,9 °C au lieu de moins 7,6 °C pour la normale 1931-1960). A l'échelle eurasiatique, en revanche, même Saint-Petersbourg répond à des critères plus continentaux qu'océaniques : une amplitude thermique annuelle supérieure à 25 °C, un hiver froid, une répartition des précipitations concentrée sur l'été.

3. L'emboîtement des poupées gigognes climatiques

La Russie possède une dominante de milieu tempéré continental aux hivers d'autant plus froids qu'on va vers l'est. La variété climatique y apparaît cependant autant qu'ailleurs à qui veut la chercher⁵⁴. L'emboîtement des échelles jusqu'aux microclimats avait été particulièrement mise en avant par le géographe I.A. Goltsberg (Gol'cberg, 1967). La différence entre la frange polaire et la zone tempérée est-elle la plus appropriée à une vision à petite échelle cartographique ? La longueur de la saison chaude forme-t-elle un critère plus pertinent que l'aridité pour un découpage du sud de la Russie à moyenne échelle ? Dans un pays qui a l'image d'être peu montagneux, l'influence des milliers de lacs prend-elle le pas dans la formation des mésoclimats ? A très grande échelle cartographique, existe-t-il quelques microclimats emblématiques ?

⁵⁴ Nous ne reprendrons pas ici la longue démonstration de notre premier volume consacrée à ladite monotonie des milieux naturels de la Russie, qui, selon nous, n'existe que dans l'esprit des géographes occidentaux. Nous avons développé ce sujet pour ce qui est de la biogéographie (Touchart, 2010, pp. 29-31, 205-208 et 416-420). Nous pourrions aborder le même type de citation pour la climatologie, par exemple : « la presque totalité de cette Asie froide satisfait simultanément aux deux conditions caractérisant notre climat subarctique continental. [...] Cet immense et monotone domaine » (Péguy, 1970, pp. 345-346).

3.1. Zones, domaines et régions climatiques de Russie

A petite échelle cartographique, la Russie est divisée en deux grandes ceintures climatiques, qui s'étirent d'ouest en est sur toute la longueur du pays, plus de 9 000 km. Il s'agit de la zone polaire à l'extrême nord, le long de l'Océan glacial Arctique, et de la zone tempérée partout ailleurs. Ce n'est pas l'intensité du froid qui les sépare, mais sa durée. En milieu polaire, le mois le plus chaud de l'année a une moyenne inférieure à 10 °C ; il n'y a donc pas d'été. Environ 30 % du territoire russe ne connaissent pas de saison favorable au développement de l'arbre, soit en milieu polaire de plaine, soit en haute montagne. En zone tempérée, une vraie saison chaude, fût-elle courte, existe⁵⁵ et c'est elle qui permet la vie. A l'intérieur de cette zone tempérée se développe un fort gradient d'ouest en est, qui se matérialise surtout par le refroidissement de l'hiver et l'énorme augmentation de l'amplitude thermique annuelle. Le climat se subdivise donc en climat continental modéré, continental et continental excessif. Les distances concernées, qui s'étirent sur des milliers de kilomètres, sont telles qu'il s'agit toujours de petite échelle géographique.

A moyenne échelle cartographique, le climat tempéré continental se dégrade sur toutes ses marges. Vers le sud, il s'avilit en milieu aride par une baisse des précipitations qui conduit à des semi-déserts dans la plaine Caspienne ou en Dahourie. Vers le nord-ouest, à l'approche des mers annexes de l'Atlantique, le climat continental se dégrade par océanisation. Les hivers s'adoucissent, les étés se rafraîchissent sur les littoraux de la Baltique et sur la côte mourmane de la mer de Barents. C'est ici que viennent mourir les courants marins chauds issus de la subdivision de la Dérive nord-atlantique. Dans un pays où la banquise est une forte contrainte des échanges maritimes, les ports russes en profitent. Enfin, le climat continental s'avilit vers l'est, à l'approche de l'océan Pacifique. Si l'hiver reste très froid, l'été est bouleversé par l'arrivée de la mousson. Cette association d'un hiver assurément tempéré continental et d'un été vaguement tropical place le sud de l'Extrême-Orient Russe en marge du climat subtropical.

A grande échelle cartographique, des situations locales peuvent construire certaines originalités marquées et, de ce point de vue, les abris par les massifs montagneux, la proximité de vastes plans d'eau intérieurs et des grands fleuves sont les plus concernés. Le mésoclimat de l'étroit lisière littoral de la mer Noire à l'abri du Caucase, le limnoclimat⁵⁶ du Baïkal⁵⁷ (Ladejščikov, 1982) ou encore l'adoucissement des automnes dans les grandes vallées fluviales (Borisov, 1965, p. xix), notamment le long de l'Ob, de l'Énisséï et de la Léna, en forment des cas d'école. En dehors des milieux naturels, les microclimats urbains composent quelques mosaïques caractérisées par leur îlot de chaleur, l'augmentation de l'instabilité et des précipitations en été, ainsi que la baisse de la vitesse des vents, comme cela a été montré pour Moscou par S.A. Ouchakov *et al.* (1999), mais nous détaillerons ce point dans notre passage consacré à l'influence de la société russe sur l'environnement climatique (chap. 3).

Deux exemples à moyenne échelle seront ici développés : d'une part le climat de l'Extrême-Orient, d'autre part le climat pontique. Formant tous deux⁵⁸ une transition entre le domaine tempéré continental et le milieu subtropical, dans des conditions cependant nettement différentes, ils permettent de mieux saisir la variété des climats russes.

⁵⁵ « Malgré la profondeur des températures moyennes hivernales et des enregistrements extrêmes, on a bien quitté les régions polaires, du fait de l'apparition d'un été » (Pagney, 1976, p. 44, 1994, p. 51).

⁵⁶ Les mésoclimats et microclimats lacustres de la Russie s'étalent sur des distances dépendant de la taille du lac et du caractère escarpé ou plat de l'encadrement. Les scientifiques russes, en particulier N.P. Ladeičtchikov, les nomment « limnoclimats ».

⁵⁷ Voir « le microclimat lacustre » in Touchart L. (1998, *Le lac Baïkal*, pp. 117-125). Ce limnoclimat est si accentué qu'il a frappé depuis longtemps les non scientifiques : « nous sûmes que nous approchions du lac Baïkal deux jours avant de le voir. Nous flairâmes l'odeur particulière de l'eau, à quoi se mêlait le parfum ténu et douceâtre des plantes aquatiques » (Rawicz, 1956, p. 141).

⁵⁸ D'une manière générale, et sans aborder le cas russe dans son développement, Lucien Dorize (2008, p. 126) écrit que « le climat des bordures orientales des continents [...] est en quelque sorte le 'pendant' oriental du type méditerranéen ».



Photo 22 L'emboîtement des échelles climatiques de Russie jusqu'au microclimat
Cliché L. Touchart, juillet 1993

Centrée sur le domaine continental de la zone tempérée, la Russie couvre aussi la zone polaire au nord et mord sur les domaines subtropical et semi-aride au sud. A plus grande échelle cartographique, les fossés, les vallées, les reliefs, les plans d'eau intérieurs créent des mésoclimats et, dans une mosaïque plus fine encore, une multitude de microclimats. Ici, le détroit des Portes d'Olkhon forme un bras de lac à l'eau encore froide en cette première partie de l'été sibérien, car la banquise du Baïkal n'a fondu qu'à peine deux mois auparavant. Au contraire, l'air qui le surmonte est pratiquement au plus chaud et forme un brouillard d'advection se stabilisant exactement au-dessus de la masse d'eau froide. La photo est prise depuis le cap Zabro de l'île d'Olkhon, en direction du continent, dont on voit les reliefs émerger en arrière du nuage bas.

3.2. Le climat de l'Extrême-Orient et la question de la mousson russe⁵⁹

A moyenne échelle, l'ensemble de l'Extrême-Orient Russe a un climat de façade orientale, qui se distingue du climat continental de la Sibérie. Il tient à l'effet cumulé de la proximité de l'océan Pacifique et de la disposition méridienne des reliefs montagneux. Le premier exerce une influence adoucissante et humidifiante, qui ne peut cependant en aucun cas être qualifiée d'océanique au sens climatique du terme, car l'océan concerné se trouve ici à l'est du continent. Cette influence s'exerce par les retours d'est et lors des échanges méridiens, lesquels sont favorisés par la disposition des reliefs.

En fait, l'hiver est continental, par son froid uniforme à l'échelle de l'ensemble de l'Extrême-Orient Russe. Lors de cette saison, la Sibérie et la façade Pacifique se conduisent de manière assez comparable, si ce n'est la plus grande humidité à l'est. L'hiver de l'Extrême-Orient Russe ne se distingue de l'hiver sibérien que par sa plus grande quantité de neige. C'est que l'anticyclone sibérien déborde sur l'Extrême-Orient Russe et y envoie des flux de nord. La saison chaude est plus originale. Celle de l'Extrême-Orient Russe n'est plus continentale, par son humidité, accompagnée de douceur, due à des flux venus du sud. Dès le printemps, les précipitations sont abondantes, l'anticyclone de Californie envoyant sur son flanc ouest des flux marins de sud. L'insolation de l'été est faible et les

⁵⁹ C'est le géographe russe Alexandre Voëïkov qui a, le premier, parlé de « mousson » pour désigner l'alternance saisonnière que subit l'Extrême-Orient Russe et le terme est resté usité jusqu'à aujourd'hui. « Climat des provinces de l'Amour et du littoral [...]. La direction contraire des vents, en hiver et en été, le fait que les premiers viennent de l'intérieur du continent, tandis que les vents de l'été viennent de l'Océan, la régularité des uns et des autres ainsi que le caractère des hydrométéores, m'ont conduit à admettre ici l'existence de véritables moussons, analogues aux moussons de l'Inde » (Woeïkov, 1898, pp. 4-5).

temps brumeux alternent avec d'importantes averses. Ainsi, presque toute l'année, des flux méridiens dominant et cette caractéristique est unique en zone tempérée eurasiatique. Le contraste saisonnier est donc fort, l'amplitude thermique annuelle est élevée et les variations de type de temps peuvent arriver brusquement à toutes les saisons du fait des coulées méridiennes.

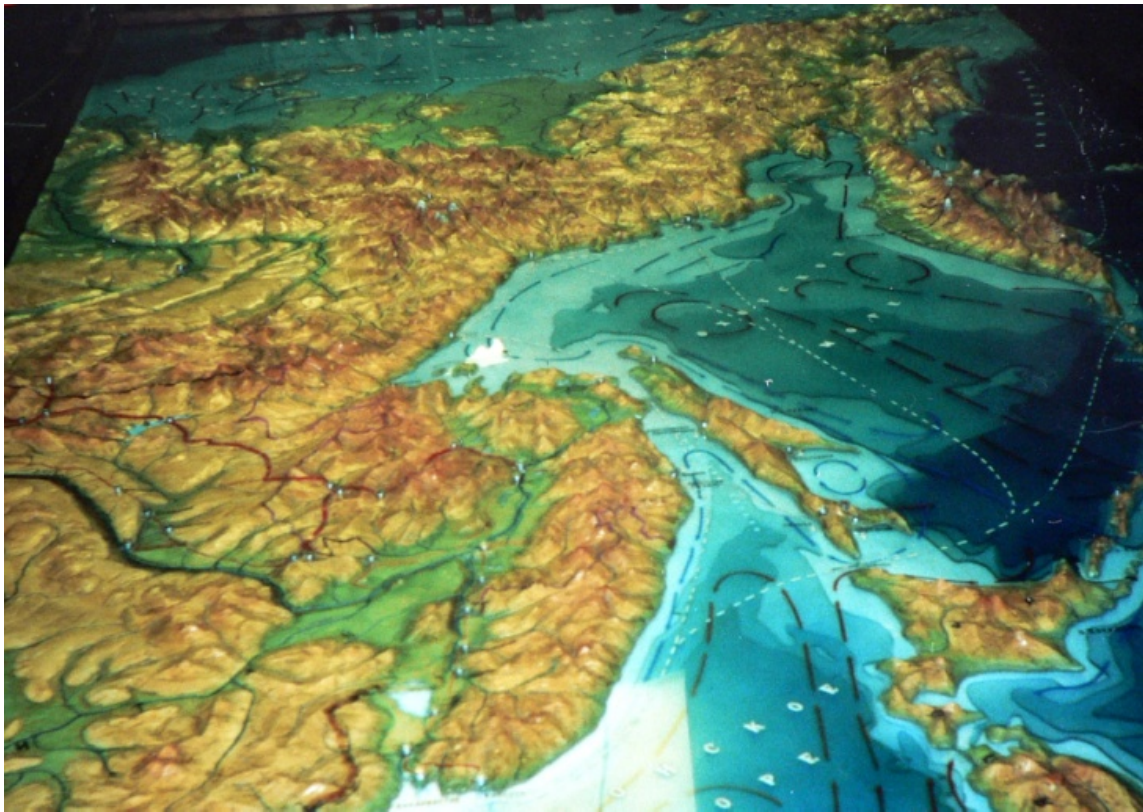


Photo 23 L'Extrême-Orient Russe, un climat de façade orientale de continent
Cliché L. Touchart, juillet 1991

Dans la zone de flux d'ouest des moyennes latitudes, l'Extrême-Orient Russe ne possède en aucun cas un climat océanique, à l'opposé de l'Oregon ou de la région de Seattle qui lui font face de l'autre côté du même océan. Pourtant, la présence du Pacifique influence son climat et le distingue de celui de la Sibérie. Les échanges méridiens sont à l'origine de fréquents types de temps humides, d'abondantes chutes de neige en hiver, tantôt de brouillards, tantôt de fortes averses en été. Ces vents sud-nord se produisent d'autant plus que la disposition des reliefs, de type « Pacifique », fait s'allonger les îles, péninsules et chaînes montagneuses plus ou moins parallèlement aux méridiens. Le musée d'ethnographie et de géographie de la capitale de l'Extrême-Orient Russe, Khabarovsk, présente ici une immense carte en relief de la façade orientale de l'Asie, qui lie la géomorphologie, les courants marins et les flux atmosphériques.

A grande échelle cartographique, ce climat de façade orientale comporte de multiples nuances, surtout estivales, sur des distances qui semblent faibles pour un Sibérien, accentuées par le compartimentage du relief. A part le liseré littoral, les régions situées au nord-ouest de la mer d'Okhotsk sont exclues de la géographie physique de l'Extrême-Orient. Elles sont sibériennes par leur hydrologie, puisque les affluents de l'Aldan les drainent vers la Léna et l'Océan Glacial Arctique. Elles sont sibériennes par leur climat, à faible total de précipitations toute l'année, à maximum estival, aux grands froids secs hivernaux. Localement, là où la barrière montagneuse s'abaisse, le climat continental excessif peut même atteindre la côte de la mer d'Okhotsk. C'est le cas à Magadan.

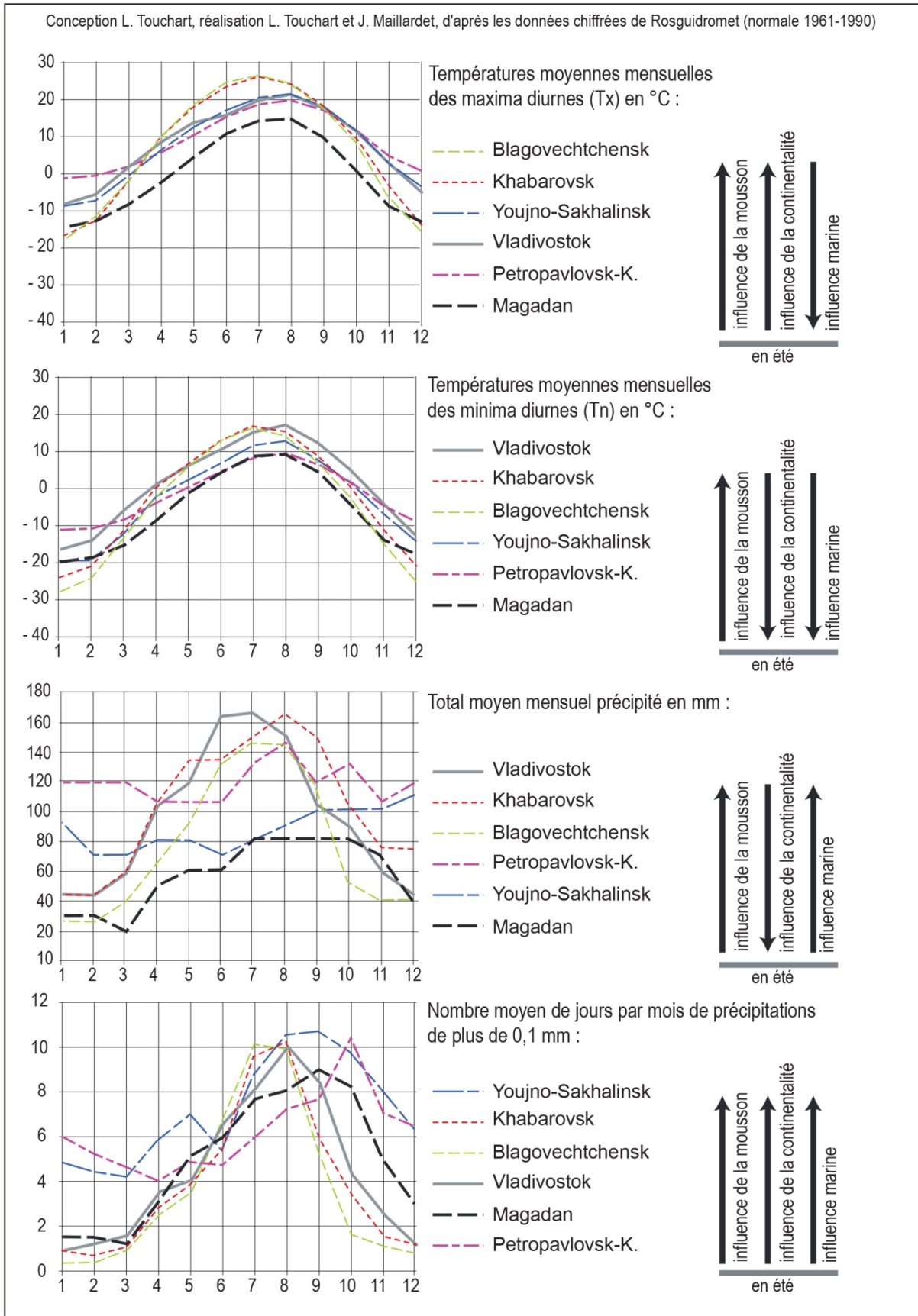


Figure 10 L'influence croisée de la mousson, de la continentalité et de la proximité du Pacifique sur les températures et les précipitations de six stations d'Extrême-Orient

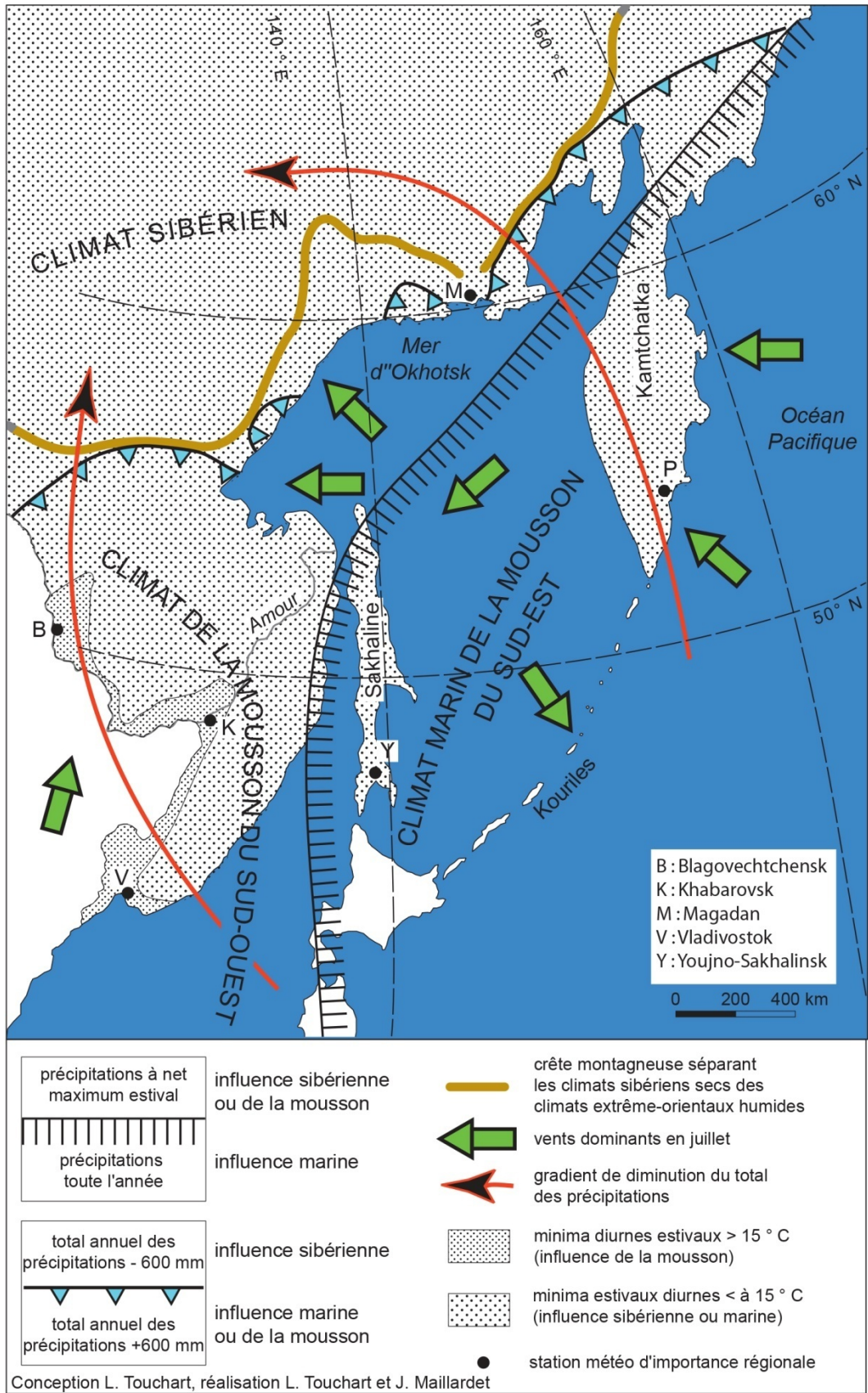


Figure 11 Carte du contact entre les climats sibériens et extrême-orientaux

Le reste, c'est-à-dire l'espace qui appartient climatiquement à l'Extrême-Orient, oppose les régions du nord-est à celles du sud-ouest. Dans les deux tiers nord-est, surtout dans les îles et péninsules, les précipitations sont également réparties entre les saisons. En général, l'été reste plus arrosé mais, dans certaines stations, un léger maximum hivernal, ou automnal⁶⁰, apparaît. Ce maximum de saison froide, inverse au régime continental, est exceptionnel à l'échelle de la Russie. C'est que l'anticyclone sibérien, qui envahit tout le reste de l'Extrême-Orient, laisse la place, au Kamtchatka et dans les Kouriles, aux basses pressions aléoutiennes. L'hiver est froid et neigeux partout dans les deux tiers nord-est de l'Extrême-Orient et Petropavlovsk-Kamtchatski est en moyenne la grande ville russe la plus enneigée. L'été, frais, est assez humide et, surtout, très brumeux. Les flux dominants estivaux viennent du sud-est, c'est-à-dire de l'océan, bien qu'une cellule cyclonique complique la situation sur la mer d'Okhotsk. Malgré des nuances entre d'une part le Kamtchatka et les Kouriles, d'autre part les littoraux de la mer d'Okhotsk, de la Manche de Tartarie, et de Sakhaline, une certaine parenté regroupe le nord-est de l'Extrême-Orient Russe. Les Russes l'appellent *morskoï moussonny klimat*, le climat marin de mousson. Certains géographes français (Viers, 1970, p. 156, Viers et Vigneau, 1990, p. 135) le qualifient de climat « acadien », du fait de sa ressemblance avec l'atmosphère des littoraux du golfe du Saint-Laurent⁶¹.

Dans le tiers sud-ouest, de la région amourienne aux chaînes côtières et aux littoraux de la mer du Japon, les précipitations retrouvent un maximum estival net. L'hiver reste froid et neigeux, mais l'été se distingue par son caractère chaud et très humide, décalé sur août et septembre. Depuis les travaux d'Emmanuel de Martonne, les géographes français qualifient volontiers le climat de tout ce tiers méridional de l'Extrême-Orient Russe de mandchourien⁶², mais ce dernier terme semble mieux adapté à la nuance seulement représentée à l'intérieur des terres.



Photo 24 Le thé des Kouriles et le climat marin de mousson
Cliché L. Touchart, août 2008

Dans ses deux tiers septentrionaux, le climat de la façade orientale de l'Asie russe se caractérise par un hiver neigeux et un été frais, humide et brumeux. Ces conditions règnent tout particulièrement au Kamtchatka et aux Kouriles. Ce climat « marin de mousson » des géographes russes est parfois appelé « acadien » par les géographes français. L'humidité permanente et l'absence de grande chaleur estivale favorisent la poussée de la Potentille frutescente, que les Russes nomment le thé des Kouriles (kouril'skij tchai). Cet arbuste aux fleurs jaune vif croît naturellement dans les archipels et les péninsules russes de la façade Pacifique, mais aussi dans les montagnes de Sibérie méridionale, notamment dans le Saïan, où la photographie a été prise, et dans l'Altai.

⁶⁰ Dans la station de Youjno-Sakhalinsk, la normale 1961-1990 montre un maximum de précipitations de décembre, suivi de novembre et d'octobre. A Petropavlovsk-Kamtchatski, c'est certes août le premier mois de précipitations, mais octobre arrive en deuxième position.

⁶¹ Georges Viers (1970) qualifie en fait toute la façade russe d'acadienne sur le plan climatique, y compris son tiers sud.

⁶² Cependant, Emmanuel de Martonne (1929, « carte des climats » hors texte) localisait le climat « mandchourien » tout autour de la mer Jaune, mais qualifiait de « sibérien » le climat de la région de Vladivostok, de même que celui de Sakhaline. Enfin, il appelait « polonais » celui régnant dans l'essentiel du bassin de l'Amour.

Les Russes préfèrent insister sur le rôle de la mousson⁶³, dont ils déclinent les variantes. Pour eux, le climat vrai de mousson concerne le littoral de l'extrême sud, dans la région de Vladivostok. Ici sévit le *moussonny klimat*, parfois ravagé par les trajectoires les plus septentrionales des typhons. Il s'agit d'une typologie à l'échelle russe, qui ne saurait évidemment traduire autre chose qu'une invasion d'air chaud méridional en été. Vladivostok possède avant tout, à moyenne échelle, un climat à dominante continentale, appuyé sur une grande amplitude thermique annuelle de 35 °C et un hiver très froid avec une moyenne mensuelle de janvier de -13 °C. Mais, à grande échelle cartographique s'emboîtent de remarquables nuances, dont les activités humaines tiennent largement compte.

Plus au nord, la plaine du confluent de l'Amour et de l'Oussouri, dans la région de Khabarovsk, a un « climat tempéré de mousson » (*oumérenny moussonny klimat*), de même que le nord-ouest du littoral de la mer du Japon. Enfin, plus à l'intérieur des terres, dans la vallée moyenne de l'Amour autour de Blagovechtchensk, les Russes parlent de *klimat pod vlianiem moussonov*. Ce « climat sous l'influence des moussons » est à proprement parler ce que les Français appellent climat mandchourien. Il se caractérise par des hivers plus secs, moins neigeux, à l'abri des retours d'est derrière les massifs montagneux.



Photo 25 Le climat de l'Extrême-Orient Russe dans son faciès « tempéré de mousson »
Cliché L. Touchart, juillet 1991

Dans son tiers méridional, le climat de la façade orientale de l'Asie russe se caractérise par un été chaud et humide, faisant pourtant suite à un hiver presque aussi froid qu'en Sibérie (moins 22 °C en moyenne mensuelle de janvier à l'endroit où est prise la photo). Ici, où le fleuve Amour est franchi par le viaduc de la voie ferrée transsibérienne, le mois de juillet présente une température moyenne mensuelle de 21,3 °C et reçoit en moyenne 144 mm (normale 1961-1990, 102 mm pour la normale 1931-1960), moins cependant qu'en août (154 mm de 1961 à 1990, 115 mm de 1931 à 1960). Le ciel très chargé au-dessus du fleuve turbide dans une atmosphère chaude et moite témoigne de ce que les Russes appellent la mousson, apportant 68 % des précipitations annuelles de juin à septembre.

3.3. Le climat pontique : colchidien et méditerranéen

Le climat du littoral oriental de la mer Noire, dit pontique⁶⁴, tient sa grande originalité⁶⁵ à une double influence : d'une part l'abri au sud du Caucase, d'autre part l'effet marin. La haute barrière

⁶³ Exceptionnellement, si la mousson n'atteint pas l'Extrême-Orient Russe, la sécheresse estivale sévit, comme en 1998, favorisant le déclenchement de feux de forêt.

⁶⁴ Les Russes parlent de « *tchernomorski klimat* » (« climat noir marin »), mais les géographes français le nomment couramment « climat pontique », c'est-à-dire simplement « marin » selon l'étymologie grecque.

montagneuse tient à distance les influences froides venues du nord-est, mais augmente nettement les précipitations par ascendance orographique des flux d'ouest. La mer réduit les amplitudes thermiques, surtout en adoucissant l'hiver, et humidifie le climat toute l'année. Ces traits communs pontiques comportent des nuances de la frontière géorgienne à la frontière ukrainienne.



Photo 26 L'influence du Caucase sur le climat pontique

Cliché L. Touchart, octobre 2003

Le climat des côtes orientales de la mer Noire, dit pontique, doit en partie son existence à l'abri des influences du nord par la barrière montagneuse du Caucase. Ici, à une quarantaine de kilomètres en arrière d'Adler, au-dessus de K'rasnaïa Poliana, une double couverture nuageuse, formée de nimbo-stratus au-dessus de stratus, compose une réplique fraîche à la moitié automnale du littoral. La chaîne de l'Aigba, qui s'élève en face à gauche de la photographie, participe à la protection climatique de l'Abkhazie.

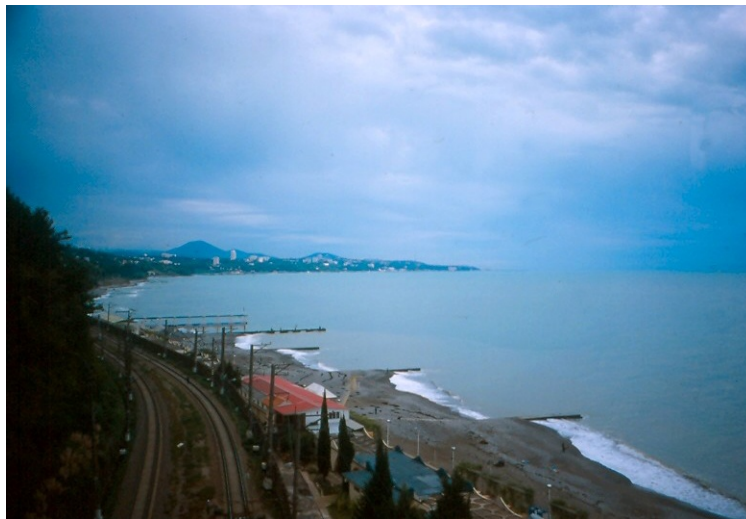


Photo 27 L'influence de la mer Noire sur le climat pontique

Cliché L. Touchart, octobre 2003

Coincée entre le Caucase et la mer Noire, la station touristique de Dagomys présente un climat humide toute l'année, dans une atmosphère très chaude en été et douce en hiver. Les flux d'ouest, dans lesquels les perturbations sont régénérées au-dessus de la mer, déversent d'abondantes précipitations, d'un total de plus de 1 600 mm par an, du fait de l'ascendance orographique sur la barrière caucasienne. C'est l'un des seuls endroits de Russie où le maximum de précipitations soit hivernal, mais l'automne est la deuxième saison la plus arrosée, comme en témoigne le ciel chargé et les vagues roulant les galets de la plage en cette fin d'octobre. La mer réduit aussi les amplitudes thermiques et adoucit fortement l'automne : la moyenne mensuelle de septembre est de 19,9 °C et celle d'octobre de 15,0 °C (1977-1987).

⁶⁵ Ce climat et son gradient de dégradation sont très particuliers et n'ont pas d'équivalent dans le monde. Les climatologues travaillant à l'échelle planétaire ne parviennent pas vraiment à les faire entrer dans une typologie générale. Pierre Estienne et Alain Godard (1970, p. 296) écrivaient ainsi : « nous avons volontairement laissé de côté certains climats exceptionnels de l'Asie occidentale, ceux de la côte nord-est de l'Anatolie, de la Colchide et de la côte caucasienne ».

Au sud, c'est-à-dire sur les 150 km allant de la frontière avec l'Abkhazie jusqu'aux environs de Novomikhaïlovski, de 43°25' à 44°15' Nord⁶⁶, la variante du climat pontique est dite colchidienne. Au pied de sommets qui dépassent 3 200 m, la station météorologique de Sotchi (43°30' Nord et 16 m d'altitude) permet de l'étudier. L'amplitude thermique⁶⁷ est de 17 °C, donc très réduite pour une station russe et montrant qu'il ne s'agit pas d'un climat continental, mais, au contraire, influencé par l'air marin. La nébulosité est forte toute l'année. Les précipitations sont abondantes et le total annuel est de plus de 1 600 mm à Sotchi⁶⁸. Bien que le climat colchidien de Russie soit nettement moins arrosé que celui de Géorgie⁶⁹, où il s'épanouit vraiment, l'humidité de Sotchi est déjà très élevée pour une station russe. Les pluies sont également réparties entre toutes les saisons, avec un léger maximum en hiver, suivi de l'automne.

L'hiver colchidien est doux et très arrosé. La moyenne mensuelle de janvier atteint +6 °C à Sotchi⁷⁰ et +7 °C juste au-delà de la frontière avec l'Abkhazie. Le type de temps le plus fréquent est celui des trains de perturbations cycloniques d'ouest qui se sont régénérées au-dessus de la mer Noire. Forcé de s'élever au-dessus de la barrière montagneuse, l'air humide se détend et se refroidit, déversant de grandes quantités de précipitations sur le littoral et les pentes du Caucase. Ces flux dominants contrastent fortement avec les jours de foehn, quand les vents du nord-est, qui se sont déchargés de leur humidité sur le flanc septentrional du Caucase, se compriment et se réchauffent très rapidement, en adiabatique sèche, en dévalant les pentes méridionales de la montagne. La température peut alors s'élever brutalement, en plein hiver, de près d'une vingtaine de degrés et l'humidité relative chuter à des valeurs inférieures à 20 %, alors que la moyenne hivernale est d'environ 75 % à Sotchi.

L'été colchidien est chaud et humide. L'air pontique, apporté par les brises de mer, est plaqué contre les pentes caucasiennes et l'humidité relative est très élevée pendant toute la saison chaude. A Sotchi, de mai à octobre inclus, les moyennes mensuelles sont supérieures à 15 °C et les maxima diurnes moyens mensuels supérieurs à 22 °C. En juillet et août⁷¹, les moyennes mensuelles sont au-dessus de 22 °C et les maxima diurnes moyens sont supérieurs à 27 °C en août. Les minima nocturnes baissent assez peu, sous un temps moite et lourd. Les pluies, chaudes, tombent surtout la nuit. Elles sont d'autant plus importantes qu'on va vers le sud. A Touapsé, les trois mois d'été comptent 33 jours de pluie, à Sotchi 36. Au-delà de la frontière, les stations géorgiennes enregistrent 40 à 50 jours de pluies de juillet à septembre. Ce sont ces caractéristiques de saison chaude qui permettent de classer le climat colchidien dans l'aire subtropicale⁷².

⁶⁶ Pour Berg (1941, p. 231), la limite entre le climat colchidien et méditerranéen passe « un peu au sud » de Djoubga.

⁶⁷ Elle est de 16,9 °C pour la décennie 1977-1987 et de 17,3 °C pour la dernière normale.

⁶⁸ Le total annuel est de 1 644 mm pour la normale 1977-2006, mais il était de 1 400 mm il y a un demi-siècle et c'est encore le chiffre cité dans l'encyclopédie *Goroda Rossija* dirigée par G.M. Lappo (1994).

⁶⁹ Le total annuel est par exemple de 2 500 mm à Batoumi.

⁷⁰ La moyenne mensuelle de Sotchi est de 6,0 °C en janvier et 6,2 °C en février (1977-1987) ; un peu plus au nord, elle est encore de 5,1 °C et 5,0 °C à Touapsé (1977-1991).

⁷¹ A Sotchi (1977-1987) exactement 22,9 °C pour chacun des deux mois, à Touapsé (demi-normale 1977-1991) exactement 23,0 °C pour chacun des deux mois.

⁷² « Une région sera considérée comme subtropicale si elle possède 8 moyennes mensuelles de température supérieures à 10°, dont une dépassant 22° [...] Il conviendra par ailleurs que les précipitations estivales soient suffisantes » (Péguy, 1970, p. 370). Or Sotchi possède les huit moyennes d'avril à novembre inclus au-dessus de 10 °C et les deux moyennes de juillet et août au-dessus de 22°C. D'autre part, l'humidité est forte.



Photo 28 L'été colchidien, la saison chaude et humide de la Russie pontique méridionale
Cliché L. Touchart, août 2007

Dans la moitié sud de la Transcaucasie russe, la variante du climat pontique est dite colchidienne. Elle se caractérise par un été très chaud et arrosé. Les maxima diurnes moyens mensuels sont supérieurs à 27 °C en août (normale 1977-2006) et la température baisse peu pendant la nuit, car l'humidité relative est élevée. Le temps chaud et moite, lourd, est rendu par le mot « douchno » dans la bouche des Russes. Le développement de cumulo-nimbus dans l'après-midi se voit ici au-dessus de la gare de Sochi.

Au nord, au-delà de Touapsé, le climat colchidien s'éteint peu à peu, par un refroidissement de l'hiver et une baisse générale des précipitations. Il ne se mue pas pour autant en climat continental, car l'amplitude thermique reste assez modérée. La principale différence d'avec le climat colchidien réside en ce que l'été comporte, au contraire de ce qui se passe au sud, des mois secs. Il s'agit d'une transition avec le climat méditerranéen qui s'épanouit en Crimée. A Guélandjik, l'amplitude annuelle est de 20 °C, pour des moyennes mensuelles de janvier et février de 4 °C et une moyenne de juillet de 24 °C. A Novorossisk, l'amplitude annuelle est de 22 °C, car janvier descend à 2 °C ; c'est aussi le cas à Anapa⁷³. Le total annuel des précipitations, soit 800 mm à Guélandjik, 690 mm à Novorossisk⁷⁴ et 440 mm à Anapa, est deux à trois fois moindre que celui de Sochi. En août, mois le plus sec, il tombait 33 mm à Novorossisk il y a un siècle (Berg, 1941) et 42 mm aujourd'hui (deux dernières décennies disponibles). Les Russes parlent ici de climat subtropical sec de type méditerranéen. Qu'on le dise pontique du nord, subtropical méditerranéen ou tempéré méditerranéen⁷⁵, ce climat se caractérise avant tout par sa sécheresse estivale⁷⁶ : à Anapa et Novorossisk, le mois d'août connaît un

⁷³ A Anapa, pour la demi-normale allant de 1977 à 1991, l'amplitude annuelle est de 20,8 °C pour 2,0 ° en février et 22,8 °C en juillet.

⁷⁴ Le chiffre classique de 688 mm est répété depuis L. Berg (1941), mais il concerne en fait les relevés d'il y a un siècle. Le total serait de 788 mm pour les deux dernières décennies disponibles.

⁷⁵ Comme la moyenne de novembre est de 8,2 °C à Anapa (1977-1991), il n'y a plus que sept mois au-dessus de 10 °C. Selon la classification de Ch. Péguy (1970), la perte du 8^e mois de douceur fait sortir du climat subtropical et entrer en climat tempéré.

⁷⁶ Au sens de Gaussen, c'est-à-dire que le total mensuel de précipitations (en mm) est inférieur au double de la moyenne mensuelle de température (en °C). Plusieurs stations météorologiques de la région ayant une moyenne mensuelle de juillet et

total millimétrique précipité inférieur au double des degrés ; de mai à septembre inclus, cinq mois y subissent des précipitations inférieures au quadruple des températures.



Photo 29 L'orage du soir, l'événement estival presque quotidien de la Russie subtropicale
Cliché L. Touchart, août 2007

Après avoir bourgeonné pendant la journée, les cumulo-nimbus éclatent dans la soirée. La forte pluie d'orage est une pièce jouée presque tous les soirs (entre un jour sur deux et un jour sur trois de juin à septembre) au-dessus du théâtre d'été de Sotchi, dont l'esplanade est ornée de cette fontaine ruisselante. La pluie battante se déversant pendant la prise de vue est elle-même chaude. Sotchi possédant au moins un mois (en l'occurrence deux) de moyenne mensuelle supérieure à 22°C et au moins huit mois de moyenne supérieure à 10 °C, elle entre dans le type subtropical.

En effet, la barrière montagneuse est de moins en moins haute du sud vers le nord, de 1500 m au-dessus de Touapsé à 600 m au-dessus de Novorossisk. Elle n'est donc plus capable de retenir les masses d'air chaud et humide venues de la mer Noire. A l'inverse, en hiver, les flux du nord traversent plus facilement la chaîne et refroidissent le littoral, ainsi qu'au printemps pendant lequel les coulées méridiennes ne sont pas rares. Ce vent froid, la *bora*, provoque des baisses brutales de température. De façon exceptionnelle, certaines *bory*⁷⁷ peuvent même favoriser le gel du port de Novorossisk, qui doit pourtant d'être l'un des deux plus grands de toute la Russie en tonnage, grâce au fait que la mer y est normalement libre de glace en hiver.

août de 23 ou 24 °C, le mois est sec si le total précipité est inférieur à 46 ou 48 mm. La relation du quadruple de la température peut aussi être utilisée.

⁷⁷ « A Novorossisk, ce vent atteint parfois la violence d'un ouragan ; il est arrivé qu'il fasse baisser la température au-dessous de -20° et que gèle le port, ordinairement libre de glace ; le *bora* ayant soufflé du 17 au 20 décembre 1899, tous les bâtiments du quai furent recouverts d'une carapace de glace qui atteignait deux mètres d'épaisseur » (Berg, 1941, p. 231). Plus récemment, la température de -20,2 °C a été relevée à la station de Novorossisk le 23 janvier 2006.

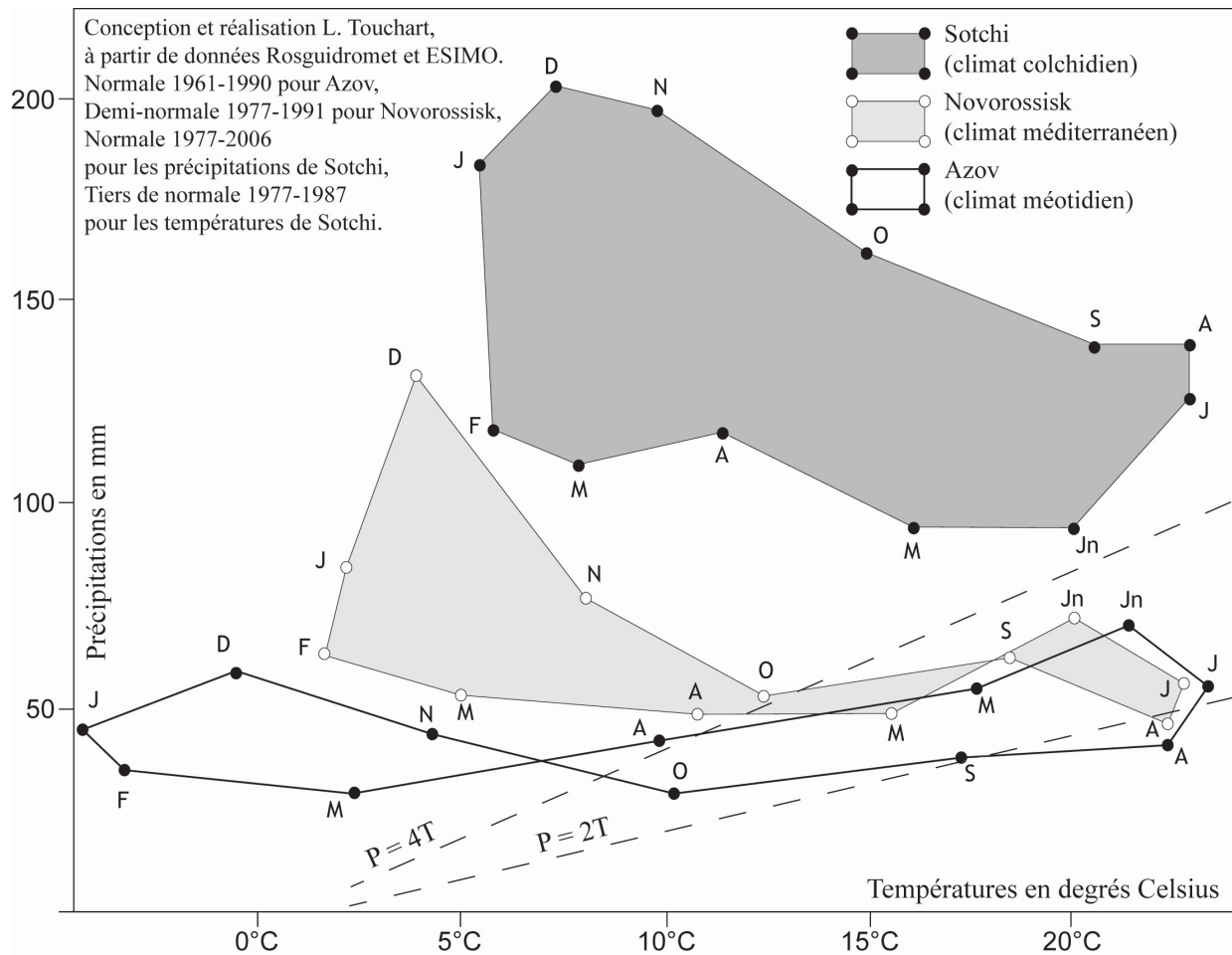


Figure 12 Les climogrammes de trois stations littorales de la mer Noire et d'Azov

Encore plus au nord, au-delà d'Anapa et du détroit de Kertch, le littoral de la mer d'Azov forme une annexe de la mer Noire à la conduite climatique un peu différente. La principale dissemblance réside dans l'inexistence de la barrière caucasienne en arrière du littoral, si bien que la côte n'est pas protégée des flux venus du nord. L'hiver est donc nettement plus froid et l'amplitude thermique annuelle, malgré une légère atténuation marine⁷⁸, devient pratiquement continentale. Cependant, la douceur automnale se poursuivant de façon marquée en octobre, et commençant assez tôt au printemps, la durée de la saison végétative de plus de 10 °C est nettement supérieure à la moyenne russe. Elle le doit d'abord à sa situation méridionale, mais aussi, en partie, à la proximité de la mer⁷⁹. D'autre part, en l'absence d'ascendance orographique, les flux marins donnent peu de précipitations, y compris en saison chaude. Il faut ajouter que, contrairement à sa grande sœur Noire, la mer d'Azov gèle et cette banquise perdure environ trois mois chaque année. Cette vaste surface froide tend, en régime de blocage, à accentuer la stabilité de la colonne d'air et à diminuer les précipitations hivernales. La principale curiosité du climat de cette région de transition réside dans la grande sécheresse de la fin d'été, qui s'accroît en début d'automne, quand la mer, très peu profonde, s'est rétractée par évaporation et réduit ainsi son influence littorale. Octobre est le mois des plus faibles précipitations de l'année.

⁷⁸ C'est en fait sur l'atténuation de l'amplitude diurne que la mer d'Azov joue le plus, selon A. Borisov (1965, p. 129).

⁷⁹ On passe de sept mois à six mois de moyenne supérieure à 10 °C en s'éloignant vers l'est, s'enfonçant vers l'intérieur des terres. Si l'on reste à la latitude de la mer d'Azov, la perte du septième mois se produit à peu près au niveau du 42° méridien.

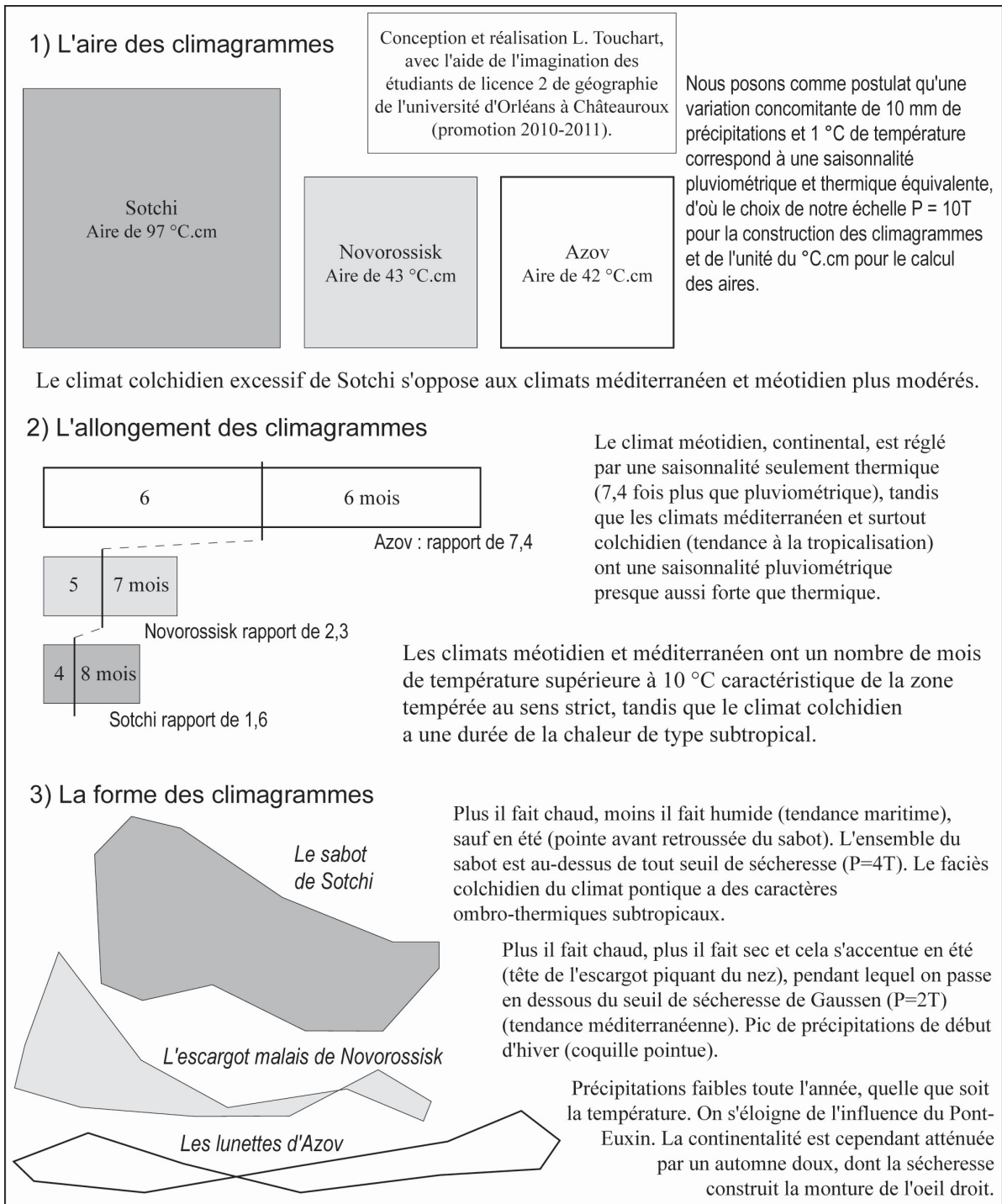


Figure 13 L'escargot malais écrasé par un sabot sous l'œil goguenard de Monsieur du Pont

Dans le delta du Don, la station météorologique de la ville d'Azov donne les caractéristiques de la partie la plus septentrionale de ce climat. Pour la normale de 1961 à 1990 (données Rosguidromet), la température moyenne de janvier est de moins 4,1 °C et celle de juillet de 23,4 °C. L'amplitude est donc de 27,5 °C, à peu près égale au seuil de continentalité de 28 °C. Cependant, le nombre de mois de plus de 10 °C reste élevé, six ou sept selon la normale considérée⁸⁰.

⁸⁰ Dans la station d'Azov, la normale de 1961-1990 donne au sens strict six mois de mai à octobre, mais la moyenne de 9,9 °C peut faire entrer mars comme un septième mois à un dixième près. Dans les stations proches des bords de la mer d'Azov situées plus au sud, mars entre systématiquement dans la douceur supérieure à dix degrés.

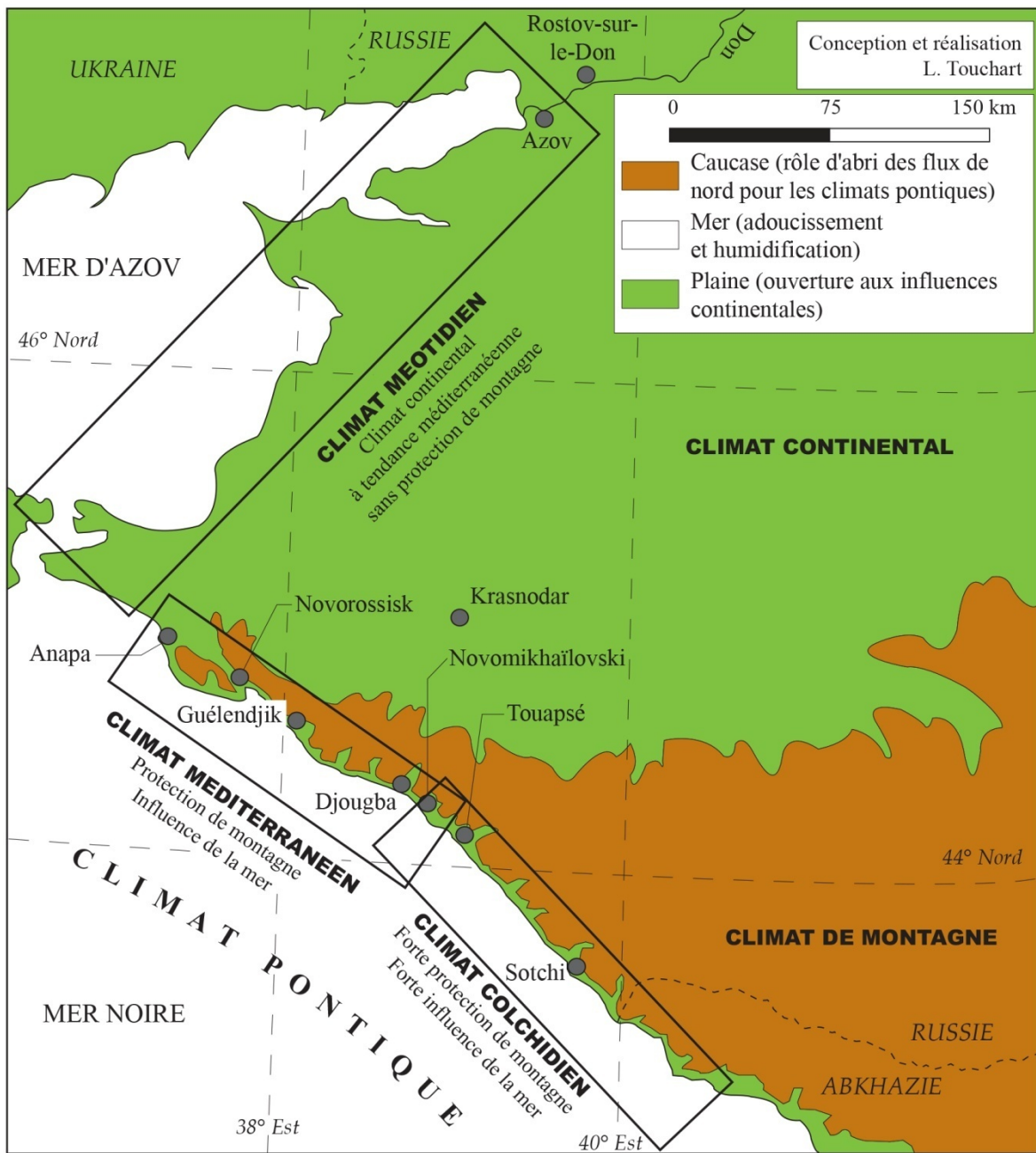


Figure 14 Carte des nuances du climat pontique du sud au nord

Le total annuel de précipitations est de 539 mm, pour six mois secs de saison chaude, de mai à octobre⁸¹ inclus, pendant lesquels le nombre de millimètres est inférieur au quadruple des degrés Celsius, et un mois, août, qui présente un total précipité inférieur au double de la température. A divers égards, ce climat de l'embouchure du Don forme une transition entre le milieu méditerranéen, pour une partie de son régime pluviométrique, et le milieu continental, pour son rythme thermique.

Ainsi, le long du littoral russe de la mer Noire et de son annexe azovienne, on distingue d'abord un climat pontique méridional, dit colchidien, puis un climat pontique du nord, ou

⁸¹ Dans la station d'Azov, le mois de minimum annuel précipité est octobre, pendant lequel tombent 30 mm (1961-1990). Septembre reçoit 36 mm et août 37 mm. Comme la température moyenne de ce mois est de 22,4 °C, août est même sec au sens de Gaussen. Pour une température de 17,2°C, il s'en faut de très peu que septembre ne le soit aussi.

méditerranéen, enfin un climat côtier du nord-est, en bordure de la mer d'Azov, que nous pourrions appeler climat méotidien⁸².

Conclusion

Plus que tout autre Etat du monde, la Russie est le pays du froid. L'hiver dure d'autant plus longtemps qu'on va vers le nord, mais le froid est d'autant plus intense qu'on se déplace vers l'est. En Sibérie orientale, les vallées de la Yana et de l'Indighirka subissent les températures hivernales les plus froides du monde ramenées au niveau de la mer. Au contraire, la plupart des régions russes ont un été court, mais chaud. De fait, l'écart entre les deux atteint son maximum mondial en Sibérie orientale, où l'amplitude thermique annuelle est supérieure à 60 °C. Dans la région moscovite, elle est encore d'une trentaine de degrés.

La Russie forme un pays peu arrosé, qui reçoit des précipitations inférieures d'un tiers à la moyenne mondiale. Ces précipitations tombent avant tout en été, secondairement en automne. L'évapo-transpiration potentielle est supérieure au total précipité au sud d'une latitude d'environ 54°N, du moins dans la moitié occidentale du pays.

Les caractères du climat russe sont expliqués par sa situation septentrionale, son ouverture sur l'Arctique et, surtout, la continentalité de la masse eurasiatique⁸³. Le soleil russe fait-il des promesses qu'il ne tient pas ? En terme calorifique, sans doute, puisque, malgré une longue insolation, la Russie offre un bilan radiatif très négatif, reçoit peu de chaleur par des rayons solaires très inclinés, qui rasant le sol en hiver, en perd par un fort albédo hiémal, est séparée des influences méridionales par des montagnes, mais bée en direction du nord qui lui envoie des coulées d'air polaire. Cependant, elle reste un pays de la zone tempérée, sauf sur sa frange arctique.

Possédant les régions de la planète les plus éloignées de tout océan mondial, la Sibérie et la Mongolie subissent un climat ultra-continental ; mais toute la Russie est peu ou prou concernée par la continentalité. L'hiver très froid centré sur janvier, l'été chaud centré sur juillet, la forte amplitude entre les deux sont des caractéristiques thermiques de la continentalité. La grande rigueur de l'hiver stabilise l'air et crée un anticyclone thermique très puissant. Ces hautes pressions bloquent les perturbations et renforcent la sécheresse hiémale. Le passage brutal de l'hiver à l'été, et réciproquement, ainsi que la courte durée des saisons intermédiaires s'expliquent par la construction et la destruction rapide de l'anticyclone thermique et par la fréquence des échanges méridiens. En été, l'air continental est fortement réchauffé par la base, si bien que les orages et les violentes averses de courte durée forment l'essentiel des pluies. Cependant, dans un régime de basses pressions, les perturbations océaniques, en bout de course, parviennent parfois à déverser quelques précipitations plus longues.

Le nord de la Russie appartient à la zone polaire, cependant que l'essentiel du territoire se trouve en zone tempérée, plus précisément en domaine continental de celle-ci. Les Russes divisent ce domaine, d'ouest en est, en climat continental modéré, vrai et excessif. Ce cœur russe se dégrade par océanisation à l'extrême nord-ouest, à l'approche de la Baltique et de la mer de Barents, par influence méditerranéenne et subtropicale à l'extrême sud-ouest, sur les bords de la mer Noire, par assèchement semi-aride au sud, en entrant dans la plaine Caspienne, et par effet de la mousson à l'extrême sud-est, à l'approche de la mer du Japon.

⁸² Nous pensons que ce climat littoral a une identité suffisante pour mériter une appellation distincte. Puisque l'adjectif « pontique » qualifie déjà le climat littoral de la mer Noire au sens strict, puisque l'adjectif « euxinique » qualifie déjà des eaux désoxygénées et chargées d'hydrogène sulfuré (qui ne caractérisent que la mer Noire au sens strict, mais en aucun cas la mer d'Azov peu profonde et bien brassée), puisque toutes les appellations françaises des climats de cette région proviennent des termes grecs de l'Antiquité, nous nous permettons de proposer « méotidien » plutôt que « azovien ».

⁸³ Ce double trait du climat était mis en avant par le géographe américain P.E. Lydolph (1977, p. 1, en anglais) pour caractériser l'URSS : « c'est la position élevée en latitude et l'ultra-continentalité qui déterminent le climat de l'essentiel du territoire soviétique ». Il est encore plus vrai pour la Fédération de Russie.

Bibliographie commentée sur les aspects physiques du climat russe :

Remarque : La revue mensuelle *Meteorologija i gidrologija* (ISSN 0130-2906) comporte, depuis sa création en 1935, des centaines d'articles scientifiques sur les aspects physiques du climat russe. Une version existe aussi en langue anglaise.

Alisov B.P., 1956, *Klimat SSSR*. Moskva, MGU, 127 p.

Baraškova E.P., Gaevskij V.L., L'jačenko L.N., Lygina K.M., Pivovarova Z.I., 1961, *Radacionnyj režim territorii SSSR*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 528 p.

Beltrando G., 2004, « Les climats à hiver rude des moyennes latitudes » in *Les climats, processus, variabilité et risques*. Paris, A. Colin, coll. « U », 261 p. : 159-162.

Berg L., 1941, « La zone des toundras, le climat », « la sous-zone de la taïga, le climat », « la sous-zone des forêts mixtes, le climat », « la zone des forêts à larges feuilles de l'Extrême-Orient, le climat », « la steppe boisée, le climat », « la zone des steppes, le climat », « la zone des semi-déserts, le climat », « la dépression de Colchide, le climat », « la chaîne de l'Oural, le climat », « l'Altaï, le climat », « les monts Saïan, le climat », « la Baïkalie et la Transbaïkalie, le climat », « les montagnes de la Sibérie du nord-est, le climat », « les montagnes de l'Extrême-Orient soviétique, le climat », « l'île de Sakhaline, le climat », « le Kamtchatka, le climat » in *Les régions naturelles de l'URSS*. Paris, Payot, 382 p. : 13-17, 35-38, 59-60, 67-69, 77-78, 100-101, 122-123, 210-212, 290-291, 301-302, 317-318, 329-332, 342, 348-349, 358-360, 366-368.

Birot P., 1970, « Plaines, plateaux et moyennes montagne de l'Eurasie soviétique, généralités bioclimatiques », « Sibérie nord-orientale, divisions bioclimatiques », « des pays de l'Amour au Shantung, conditions bioclimatiques » in *Les régions naturelles du globe*. Paris, Masson, 380 p. : 113-118, 260-261, 263-264.

Borisov A.A., 1948, *Klimaty SSSR*. Moskva, Učpedgiz, 222 p.

Borisov A.A., 1959, *Klimaty SSSR*. Moskva, GUP izd., non consulté.

Borisov A.A., 1965, *Climates of the USSR*. Edinburgh & London, Oliver and Boyd, 255 p. Une traduction, effectuée par R.A. Ledward, de la seconde édition (1959) de l'ouvrage russe.

Borisov A.A., 1967, *Klimaty SSSR*. Moskva, Prosveščenie, 294 p.

Borisov A.A., 1975, *Klimaty SSSR v prošlom, nastojaščem i buduščem*. Leningrad, izd. Leningradskoe, 431 p.

Budyko M.I., Red., 1966, *Sovremennye problemy klimatologii*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 450 p.

Budyko M.I., 1971, *Klimat i žizn'*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 471 p.

Ciattoni A. et Veyret Y., 2007, « Un pays du Nord au cœur d'un continent, l'omniprésence du froid » in *La Russie*. Paris, Sedes, 150 p. : 12-17.

Camena d'Almeida P., 1920, « Les saisons dans le climat de la Russie d'Europe » *Annales de Géographie*, 29 : 280-300.

Camena d'Almeida P., 1932, « La Russie, partie européenne : le climat et les saisons », « La Sibérie : le climat et les saisons » in *Etats de la Baltique, Russie*. Paris, A. Colin, tome V de la Géographie Universelle sous la direction de Vidal de la Blache P. & Gallois L, 355 p. : 47-64, 200-212.

Davitaïa F.F., Guérassimov I.P., Kalesnik S.V., Salichtchev K.A. et Vassioutine V.F., Réd., 1956, *Essais de géographie. Recueil des articles pour le XVIII^e Congrès international géographique*. Moscou, Lénningrad, Editions de l'Académie des Sciences de l'URSS, 412 p.

Demangeot J., 1981, « Les climats désertiques » in *Les milieux naturels désertiques*. Paris, Sedes, 261 p. : 11-63.

Dorize L., 2005, *Le climat, objet de curiosité et de polémiques*. Paris, Ellipses, coll. « L'esprit des sciences », 126 p.

Dorize L., 2008, « Partie 1, Climatologie » in Amat J.-P., Dorize L., Le Cœur Ch., *Eléments de géographie physique*. Paris, Bréal, coll. « Grand Amphi Géographie », 2^e éd., 463 p. : 20-162.

Fallot J.-M. et Barry R.G., 1995, « Variation des températures, des précipitations et des hauteurs de neige moyennes de la saison froide mesurées durant le XX^e siècle dans la CEI » *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 8 : 311-319.

Estienne P. et Godard A., 1970, « Les climats 'tempérés' continentaux » in *Climatologie*. Paris, A. Colin, coll. « U », 368 p. : 262-272.

George P., 1962, « Les phénomènes climatiques » in *L'U.R.S.S.* Paris, PUF, coll. « Orbis », 2^e éd., 497 p. : 133-167.

Godard A. et André M.-F., 1999, « Le froid. Des bilans radiatifs déficitaires », « Circulation atmosphérique et transfert de chaleur », « Un froid inégalement rigoureux et persistant », « Précipitations et tapis neigeux » in *Les milieux polaires*. Paris A. Colin, coll. « U », 453p. : 45-55, 57-90, 91-106, 107-121.

Godard A. et Tabeaud M., 2009, « Les climats tempérés continentaux » in *Les climats, mécanismes, variabilités, répartition*. Paris, A. Colin, coll. « Cursus », série « Géographie », 4^e éd., 218 p. : 176-178.

Gol'cberg I.A., Red., 1967, *Mikroklimat SSSR*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 286 p.

Gol'tsberg I.A., Ed, 1969, *Microclimate of the USSR*. Jerusalem, Israel program for scientific translations n° 5345, 236 p. Traduction du précédent.

Groisman P.Y., Karl T.R., Khigh R.W., 1994, « Observed impact of snow cover on the heat balance and the rise of continental spring temperature » *Science*, 263 : 198-200.

Hromov S.P., Petrosjanc M.A., 2004, *Meteorologija i klimatologija*. Moskva, Koloss, 6^e izd., 584 p.

Ivanov N.N., 1959, « Pojasa kontinental'nosti zemnogo šara » *Izvestija Vsesojuznogo Geografičeskogo Obščestva*, 5 : 410-423.

Isačenko A.G., 1991, *Landšaftovedenie i fiziko-geografičeskoe rajonirovanie*. Moskva, Vysšaja škola, 366 p.

Jakovlev B.A., 1961, *Klimat Murmanskij oblasti*. Murmansk, Murmanskoe knižnoe izd., 180 p.

Klimenko L.V., 1996, « Ob uvlaženii central'noj časti Evropejskoj territorii Rossii i proishozhdenie zasuh » *Meteorologija i gidrologija*, 7 : 21-25.

Ladejščikov N.P., 1982, *Osobennosti klimata krupnyh ozër na primere Bajkala*. Moskva, Nauka, 136 p.

Lageat Y., 2004, *Les milieux physiques continentaux*. Belin, coll. « Mémento Géographie », 192 p.

Loup J., 1966, « Les climats de l'Union Soviétique » *Revue de Géographie Alpine*, 54(4) : 691-692. Compte-rendu de l'ouvrage de Borisov.

Ljubuškina S.G., Paškang K.V., Černov A.V., 2004, « Atmosfera » in *Obščee zemlevedenie*. Moskva, Prosveščenie, 288 p. : 30-106.

Lydolph P.E., 1977, *Climates of the Soviet Union*. Amsterdam, Elsevier, Ser. "World survey of climatology", vol. 7, 443 p.

Martonne E. de, 1929, « Le climat » in *Traité de géographie physique. Tome premier Notions générales, climat – hydrographie*. Paris, A. Colin, 4^e éd., 496 p. : 107-331.

Mjačkova N.A., 2005, « Klimat » in Badjukov D.D. et al., *Geografija Rossii*. Moskva, Enciklopedija, 304 p. : 83-99.

Pagney P., 1976, 1994, « Les climats des latitudes tempérées 'fraîches' et 'froides' » in *Les climats de la terre*. Paris, Masson, coll. « Initiation aux études de géographie », 151 p. : 44-58, 2^e éd. 167 p. : 51-65.

Pédelaborde P., 1982, *Introduction à l'étude scientifique du climat*. Paris, Sedes, 353 p.

Péguy Ch., 1970, « Les climats de haute latitude à différenciation thermique » in *Précis de climatologie*. Paris, Masson, 468 p. : 337-360.

Rakovskaja E.M., Davydova M.I., 2003, « Klimat » in *Fizičeskaja geografija Rossii*. Moskva, Vldos, čast' 1, 288 p. : 92-117.

Rubinstein E.S., 1956, « Les principes de la répartition des stations du réseau météorologique » in Davitaïa F.F., Guérassimov I.P., Kalesnik S.V., Salichtchev K.A. et Vassioutine V.F., Réd., *Essais de géographie. Recueil des articles pour le XVIII^e Congrès international géographique*. Moscou, Leningrad, Editions de l'Académie des Sciences de l'URSS, 412 p. : 184-195.

Shahgadenova M., 2002, « Climate at present and in the historical past » in Shahgadenova M., Ed, *The physical geography of Northern Eurasia*. Oxford University Press, 571 p. : 70-102.

Sorokina V.N., 2006, « Klimaty zemnogo šara » in Kasimov N.S., Klige R.K., Red., *Sovremennye global'nye izmenenija prirodnoj sredy*. Moskva, Naučnyj mir, tom 1, 696 p. : 88-118.

Suslov S.P., 1961, *Physical geography of Asiatic Russia*. San Francisco, W.M. Freeman and Company, 594 p.

Tabeaud M., 2000, *La climatologie*. Paris, A. Colin, coll. « Ad hoc », 176 p.

Tabeaud M., 2008, « La transition vers les climats boréaux », « Plus de contraintes au cœur des continents » in *La climatologie générale*. Paris, A. Colin, 3^e éd., 128 p. : 62, 65.

Touchart L., 1998, « Le microclimat lacustre » in *Le lac Baïkal*. Paris, L'Harmattan, 240 p. : 117-125.

Touchart L., 2010, *Les milieux naturels de la Russie, une biogéographie de l'immensité*. Paris, L'Harmattan, 458 p. Pour les liens entre les climats, les sols et les formations végétales naturelles.

Velichko A. & Spasskaya I., 2002, « Climatic change and the development of landscapes » in Shahgadenova M., Ed, *The physical geography of Northern Eurasia*. Oxford University Press, 571 p. : 36-69.

Viers G., 1970, *Géographie zonale des régions froides et tempérées*. Paris, Nathan, coll. « Fac géographie », 206 p.

Viers G. et Vignaud J.-P., 1990, « Les climats continentaux et les climats de façade orientale » in *Eléments de climatologie*. Paris, Nathan, coll. « Fac géographie », 224 p. : 128-143.

Vignaud J.-P., 2000, « Les climats continentaux, spécificité de l'hémisphère nord » in *Géoclimatologie*. Paris, Ellipses, coll. « Universités Géographie », 334 p. : 258-264.

Vignaud J.-P., 2005, « Les domaines continentaux », « les domaines des marges orientales » in *Climatologie*. Paris, A. Colin, coll. « Campus », 200 p. : 79-80, 80-81.

Woeikof A., 1887, *Die Klimate der Erde*. Iena, 2 vol., non consulté.

Woeikov A., 1897, « Le climat de la Sibérie orientale comparé à celui de l'Amérique boréale. (Premier article) » *Annales de Géographie*, 6(30) : 385-407.

Woeikov A., 1898, « Le climat de la Sibérie orientale comparé à celui de l'Amérique boréale. (Fin) » *Annales de Géographie*, 7(31) : 1-13.

Zoidze E.K., Ovčarenko L.I., Čub O.V., 2010, « Metodologija ocenki mežgodovoj dinamiki bioklimatičeskogo potenciala na territorii Rossiskoj Federacii v uslovijah izmenenija klimata » *Meteorologija i gidrologija*, 1 : 96-110.