

L'adaptation au changement climatique en Wallonie

Fiche thématique

Thème	Santé
Fiches en lien	Biodiversité - Infrastructure
Rédacteur	S. Henrard – N. Speybroeck - UCL

1 Messages clés

- Les personnes les plus fragiles seront plus touchées par les difficultés d'adaptation au changement climatique
- Les mesures à prendre pour améliorer l'adaptation au changement climatique dépassent le cadre du système de santé proprement dit

2 Bibliographie wallonne

Principaux travaux existants sur le thème de la santé et son lien avec le changement climatique pour la Wallonie et/ou la Belgique ou des territoires proches et similaires.

Les principaux documents utilisés pour établir la liste des maladies influencées par le changement climatique qui sont déjà présentes en Wallonie ou qui sont potentiellement émergentes sont des documents belges, européens ou de pays voisins.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2009). *Adapting to climate change: Towards a European framework for action - Human, Animal and Plant Health Impacts of Climate Change* (COM(2009) 147 final). Brussels.

GREER A., NG V., FISMAN D. Climate change and infectious diseases in North America: the road ahead. *CMAJ* 2008; **178**: 715-22.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE. *Climate change and the expansion of animal and zoonotic diseases – What is the agency's contribution*. Disponible à l'adresse : <http://www.naweb.iaea.org/nafa/aph/stories/2010-climate-change.html>, consulté le 21 décembre 2010.

MILLS J.N., GAGE K.L., KHAN A.S. Potential Influence of Climate Change on Vector-Borne and Zoonotic Diseases: A Review and Proposed Research Plan. *Environ Health Perspect* 2010; **118**: 1507-14.

NATIONAAL ONDERZOEKPROGRAMMA KLIMAAT VOOR RUIMTE (KVR) EN KENNIS VOOR KLIMAAT (KVK) (2008). *Klimaatverandering en gezondheid - Oploopdebat georganiseerd door Klimaat voor Ruime en Kennis voor Klimaat*. Ankantes (Amsterdam).

SACHAN S., SINGH V.P. Effect of climatic changes on the prevalence of zoonotic diseases. *Veterinary World*, 2010; **3**: 519-22.

VAN BORTEL W., VERSTEIRT V., VAN GOMPEL F., COOSEMANS M. Klimaatverandering en oprukkende ziekten : een complex samenspel van factoren. *Farmaceutisch Tijdschrift voor België* 2009; **2**: 40-5.

BESANCENOT JP. (2007). *Notre santé à l'épreuve du changement climatique*. Edition Delachaux et Niestlé, Paris.

Bouwstenen om te komen tot een coherent en efficiënt adaptatieplan voor Vlaanderen. Departement Leefmilieu, Natuur en Energie Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid. 2010.

3 Les principales caractéristiques régionales

3.1 Les populations à risque en matière de santé face au changement climatique

Les personnes les plus fragiles seront les plus touchées par les difficultés d'adaptation au changement climatique, ce sont toutes les personnes physiquement, mentalement ou socialement dépendantes. Parmi celles-ci on notera bien sûr les personnes âgées et les jeunes enfants, et les personnes malades et immunodéprimées et les personnes en fragilité sociale et les personnes handicapées.

3.1.1 Vieillissement et espérance de vie, des tendances qui devraient se poursuivre

La population wallonne vieillit : les proportions des personnes âgées de 65 ans et plus et des personnes âgées de moins de 20 ont tendance à s'inverser (Figure 1). Les plus de 65 ans représentent 17.06 % de la population wallonne (contre 16.42 % en Belgique) et les moins de 20 ans représentent 24.28 % de la population wallonne (contre 22.99 % en Belgique) en 2008. Entre 1990 et 2008, il y a eu une diminution légèrement moins importante de la proportion de la population âgée de moins de 20 ans en Wallonie (25.70% vs 24.28%, différence de -1.42%) par rapport à la Belgique (24.84% vs 22.99%, différence de -1.85%). Par ailleurs, entre 1990 et 2008, la proportion de la population de plus de 65 ans de Wallonie (15.12% vs 16.42%, différence de +1.30%) a moins augmenté proportionnellement que celle de la Belgique (14.82% vs 17.06%, différence de +2.24%). **La population wallonne est donc un peu plus jeune et moins vieillissante que la population belge totale.**

Il est question d'un vieillissement au sein même du vieillissement : en effet, la proportion des personnes âgées de plus de 80 ans tout comme leur nombre absolu augmentent au sein du groupe des plus de 65 ans.

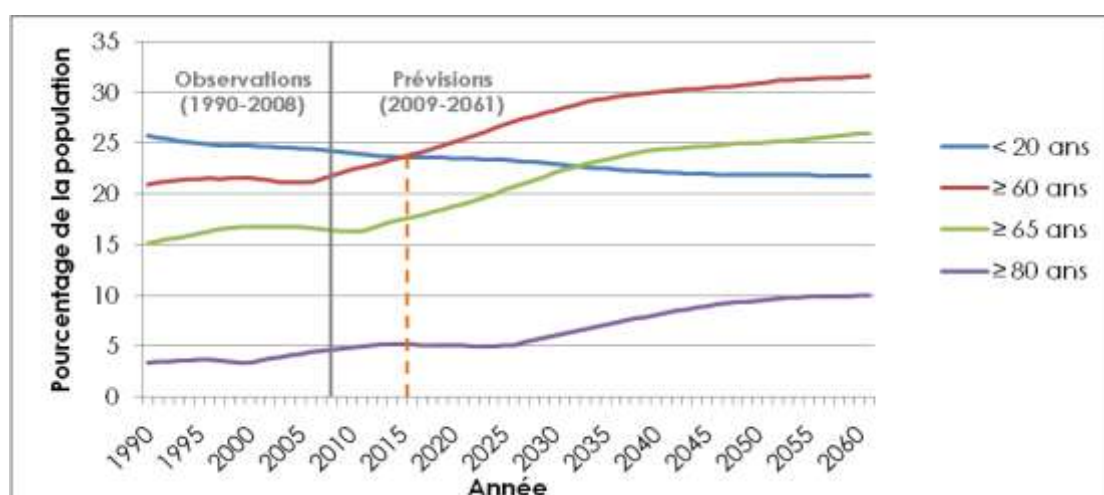


Figure 1. Evolution de la population par tranche d'âge en Wallonie entre 1990 et 2008 et prévisions jusqu'en 2061

Source : Bureau fédéral du Plan; SPF Economie - Direction générale Statistique et Information économique

On remarque dans la Figure 2 que l'indice de vieillissement est plus important pour l'ensemble de la Belgique que pour la Wallonie. En effet, l'augmentation de l'indice de vieillissement en Wallonie n'a débuté que tard suite aux nombreux décès survenus lors de la deuxième guerre mondiale.

Selon les prévisions de la Direction générale Statistique et Information économique, **la population de 60 ans et plus sera aussi nombreuse que la population de moins de 20 ans d'ici 2015-2016** (Figure 2). Passé 2016, l'indice de vieillissement¹ de la population sera donc supérieur à 100%. La population de 80 ans et plus sera passée de 3.40% en 2000 à 4.89% en 2010 (aujourd'hui), à 6.10% en 2030 et à 10.05% en 2060, selon les prévisions (Figure 1).

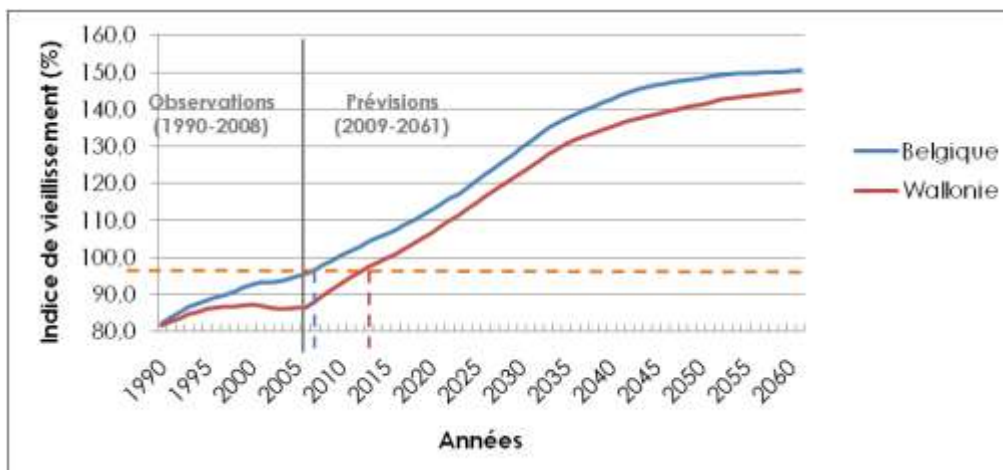


Figure 2. Evolution de l'indice de vieillissement en Wallonie et en Belgique entre 1990 et 2008 et prévisions jusqu'en 2061

Source : Bureau fédéral du Plan; SPF Economie - Direction générale Statistique et Information économique

En ce qui concerne **l'espérance de vie à la naissance**, elle **ne cesse d'augmenter**, tant en Wallonie qu'en Belgique, bien qu'elle soit en-dessous de la moyenne nationale en Wallonie (Figure 3). En 1880-1890, l'espérance de vie à la naissance en Belgique n'était que de 44 ans pour les hommes et 47 ans pour les femmes². Vers 1930, un homme belge vit en moyenne 56 ans et une femme 60 ans. Autour de 1960, l'espérance de vie à la naissance est passée à 68 ans pour les hommes et 73.5 ans pour les femmes. La croissance de l'espérance de vie s'est ensuite ralentie : 8 années ont été gagnées au cours des 4 dernières décennies, permettant d'atteindre en 2004-2006 une espérance de vie masculine de 77 ans et une espérance de vie féminine de 82.5 ans. En 2009, l'espérance de vie à la naissance était de 75.4 ans pour les hommes et de 81.2 and pour les femmes en Wallonie.

¹ L'indice de vieillissement est le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus divisé par le nombre de personnes âgées de moins de 20 ans. Il permet de mesurer le degré de vieillissement de la population. Plus l'indice est élevé, plus le vieillissement est important.

² Tableau de bord de la santé en Wallonie – 2009 – page 38

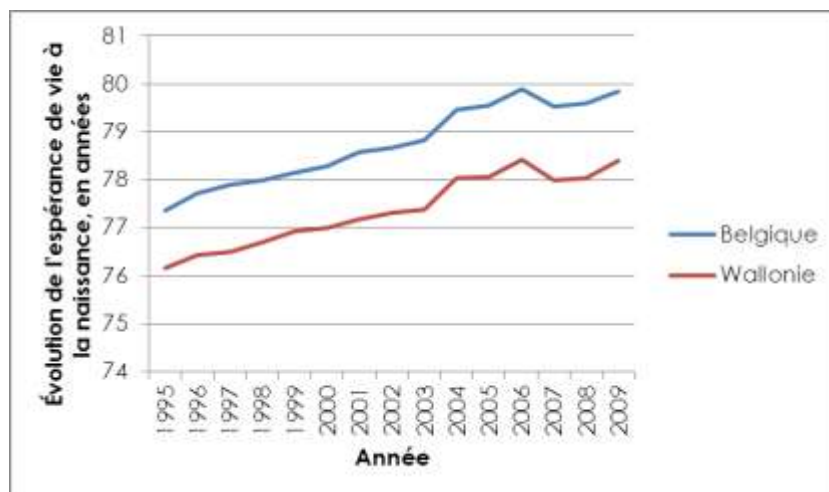


Figure 3. Evolution de l'espérance de vie à la naissance en Belgique et en Wallonie entre 1995 et 2009, en années.

Source : Bureau fédéral du Plan; SPF Economie - Direction générale Statistique et Information économique

3.1.2 Une mortalité en diminution

Depuis 1988, le taux de mortalité ajusté pour l'âge est en diminution, tant en Wallonie qu'en Belgique, le taux de mortalité en Wallonie restant **supérieur à la moyenne belge** (Figure 4). Ceci a longtemps été imputé au **passé industriel de la Wallonie**. D'autres causes sont maintenant mises en exergue : alimentation, tabagisme, alcoolisme. Toutes ces variables sont elles-mêmes dépendantes de facteurs socioéconomiques et culturels. **Notons quelques pics de mortalité en 1989 (épisode de grippe, 4900 décès en Belgique), 1993, 2003 (canicule) et 2005 (canicule moins importante qu'en 2003)**. Au sein même des provinces wallonnes, c'est la province de Brabant Wallon qui a le taux de mortalité ajusté pour l'âge le plus bas (Figure 5).

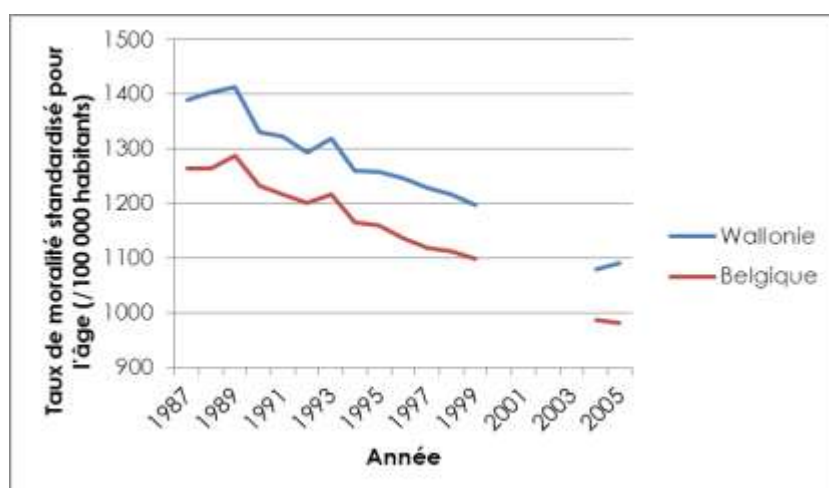


Figure 4. Taux de mortalité ajusté pour l'âge (/100.000 habitants) en Wallonie et en Belgique (population de référence = Belgique ; Année de référence = 2005)

Source : SPMA (Standardized Procedures for Mortality Analysis – Belgium) ; Données non disponibles pour les années 2000 à 2003

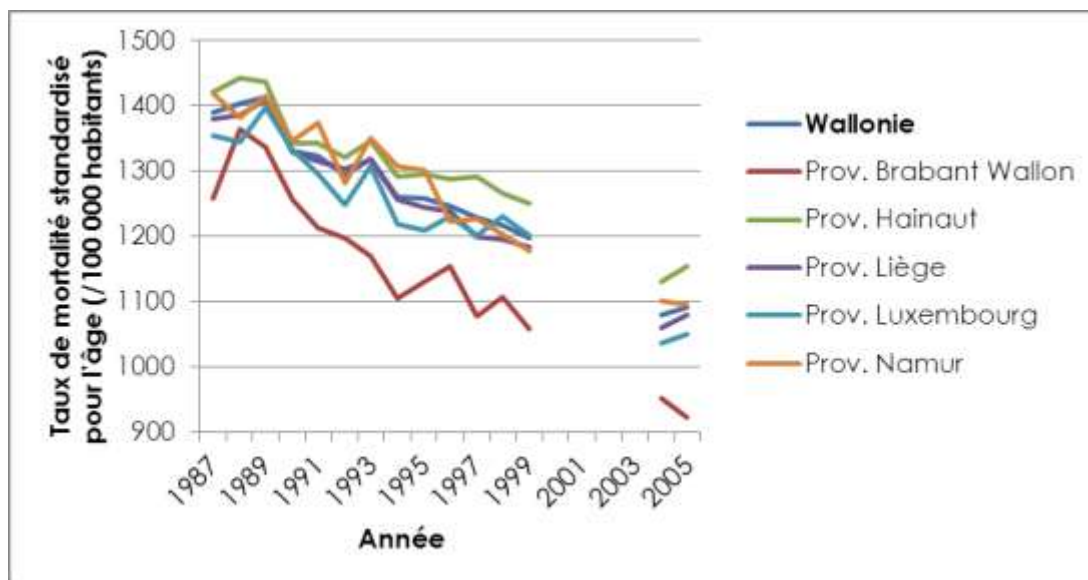


Figure 5. Taux de mortalité ajusté pour l'âge (/100.000 habitants) en Wallonie (population de référence = Belgique ; Année de référence = 2005)

Source: SPMA (Standardized Procedures for Mortality Analysis – Belgium) ;
Données non disponibles pour les années 2000 à 2003

3.2 Les offres de soins

3.2.1 Nombre de médecins : différences au sein de la Wallonie

En matière de soins, **le nombre de médecins³ pour 100.000 habitants est identique en Wallonie et en Belgique** (Figure 6). Il atteint les 400 médecins pour 100.000 habitants. Toutefois, **des différences sont observées au sein même de la Wallonie**, puisque la province de Brabant Wallon a 2 fois plus de médecins que les provinces de Hainaut et de Luxembourg.

Il est également à noter qu'actuellement en Belgique, **un tiers des médecins généralistes actifs a plus de 55 ans** et terminera donc la pratique active dans les 10 ans, et plus de la moitié a 50 ans. Parmi les généralistes actifs, 40% travaillent en Wallonie ou à Bruxelles.

³ Le terme 'médecin' utilisé ici se réfère à ceux qui sont directement au service des patients.

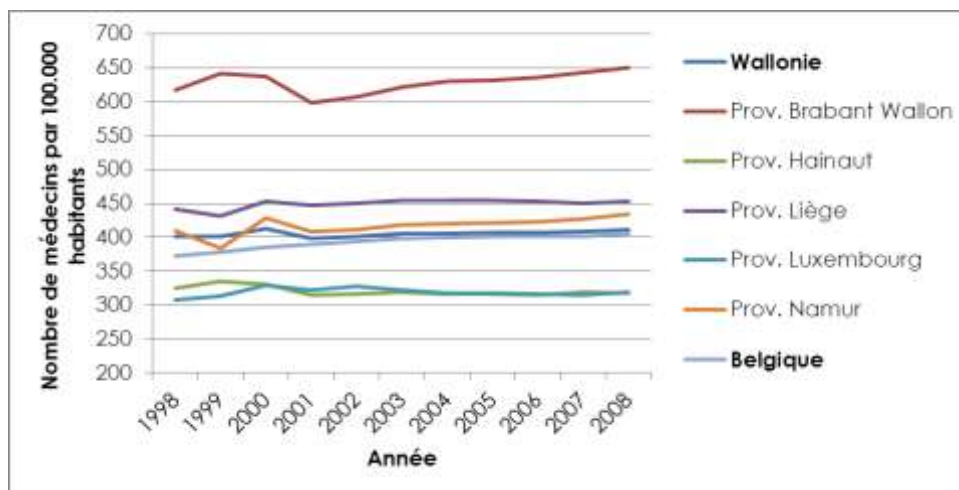


Figure 6. Nombre de médecins³ par 100.000 habitants en Wallonie et en Belgique entre 1998 et 2008

Source : Eurostat

3.2.2 Infrastructures et personnes âgées

Il y a **858 maisons de repos (MR)** (incluant les maisons de repos et de soins (MRS) et court séjour) et **centre d'accueil de jour** (incluant les centres de soins de jour) **en Wallonie**. 66 sont situées dans la province de Brabant wallon, 351 dans la province de Hainaut, 270 dans la province de Liège, 58 dans la province de Luxembourg et 114 dans la province de Namur selon le Service Public de Wallonie⁴.

Il existe cependant des différences du nombre de lits pour 1000 habitants en MR, en MRS et nombre de lits pour personnes âgées désorientées (DES) entre les provinces de la Wallonie (Tableau 1).

Au 1er juillet 2009, on comptabilisait 128.434 unités de logement MR et MRS en Belgique, soit 5,24 % du nombre total des plus de 60 ans. Pour la Wallonie, le nombre maximum d'unités de logement (MR et MRS) a même été atteint, à quelques dizaines d'unités près. Mais **si l'on se réfère aux perspectives démographiques, on devrait pouvoir disposer, en Belgique, en 2020, de 20,5% d'unités de logement supplémentaires et, en 2050, de 59,6% d'unités supplémentaires.**

Tableau 1. Nombre de lits en maison de repos (MR), en maison de repos et de soins (MRS) et nombre de lits pour personnes âgées désorientées (DES) en Wallonie

	Nombre de lits MR	Nombre lits MRS	Nombre de lits DES	Nombre de lits pour 1000 habitants			
				≥ 65 ans		≥ 80 ans	
				MR	MRS	MR	MRS
Wallonie	37 395	14 384	166	65.8	25.3	237.4	91.3
Namur	5 365	1 710	27	71.6	22.8	263.9	84.1
Luxembourg	2 891	850	0	70.3	20.6	258.9	76.1
Liège	13 381	4 477	30	74.5	24.9	274.3	91.8
Hainaut	11 446	6 048	124	53.1	28.1	185.2	97.8
Brabant Wallon	4 312	1 299	15	75.6	22.8	278.7	83.9

Source : Tableau de bord de la santé en Wallonie - 2009

⁴ http://www.maisonmedicale.org/IMG/pdf/SC48-R_dossier_MG.pdf

Par ailleurs, en 2004, une enquête de l'Observatoire Franco-Belge de la Santé (OFBS, 2005) auprès de 770 institutions situées des deux côtés de la frontière franco-belge dénombrait 1575 résidents français accueillis dans des MR belges alors que seulement 12 belges avaient été recensés dans une institution française⁵. La majorité des résidents français accueillis dans des MR belges se trouvent dans la région de Mouscron et de Tournai.

Selon l'Atlas belge des pensions 2010, le revenu de pension total mensuel moyen des pensionnés belges s'élève à 1230 euros (Tableau 2). Chez les nouveaux pensionnés de 2007, cette moyenne est un peu plus haute, s'élevant à 1324 euros. Cette moyenne cache cependant des divergences importantes, notamment entre les hommes et les femmes. Les hommes pensionnés (1582 euros pour le groupe entier et 1728 euros pour les nouveaux entrants 2007) perçoivent une pension qui est plus élevée que celle des pensionnées (682 euros pour le groupe entier et 848 euros pour les nouveaux entrants 2007). Il y a également des différences entre les différentes régions de la Belgique. En effet, les pensionnés wallons ont une pension plus élevée (1307 euros pour le groupe entier et 1377 euros pour les nouveaux entrants 2007) que dans les autres régions (Tableau 2). Notons également qu'en Belgique, 27.7% des pensionnés se trouvent en Wallonie, contre 64.1% en Flandre et 8.2% à Bruxelles-Capitale.

Tableau 2. Revenu total mensuel moyen de pension d'après le sexe, le domicile et la catégorie d'âge, travailleurs bénéficiant d'une pension de retraite, groupe entier et nouveaux entrants 2007, montants en euros

	Groupe entier		Nouveaux entrants 2007	
	Nombre	Montant	Nombre	Montant
Sexe				
Homme	364 037	1 582	21 892	1 728
Femme	226 422	682	16 063	848
Inconnu	144	582	/	/
Domicile				
Belgique	548 749	1 294	37 752	1 355
Flandre	351 777	1 280	24 738	1 347
Wallonie	151 876	1 307	10 211	1 377
Bruxelles-Capitale	45 096	1 361	2 803	1 339
Etranger	34 209	371	85	1 069
Inconnu	7 645	948	118	1 841
Age				
< 60 ans	19 033	1 135	1 487	583
60-64 ans	63 060	1 524	22 866	1 264
65-69 ans	153 569	1 342	14 528	1 504
70-74 ans	145 304	1 223	66	525
75-84 ans	181 557	1 086	65	599
≥ 85 ans	31 416	1 016	15	537
Total	590 603	1 230	37 955	1 324

Source : Atlas belge des pensions 2010. Traitement propre sur la base du Cadastre des pensions et du Registre national, 2007

⁵ Tableau de bord de la santé en Wallonie - 2009

4 Les vulnérabilités actuelles et les paramètres climatiques

Le changement climatique agira sur la santé humaine, de façon directe (effets physiologiques du froid et de la chaleur sur le corps humain) ou indirecte.

4.1 Cadre général

La relation entre le climat et la santé est complexe. Il existe des liens directs et des liens indirects entre différents problèmes de santé et le changement climatique (Figure 7). Les liens sont multiples et dans ce sens, l'impact du changement climatique sur certains problèmes de santé est incertain puisque plusieurs facteurs influencent ces problèmes de santé.

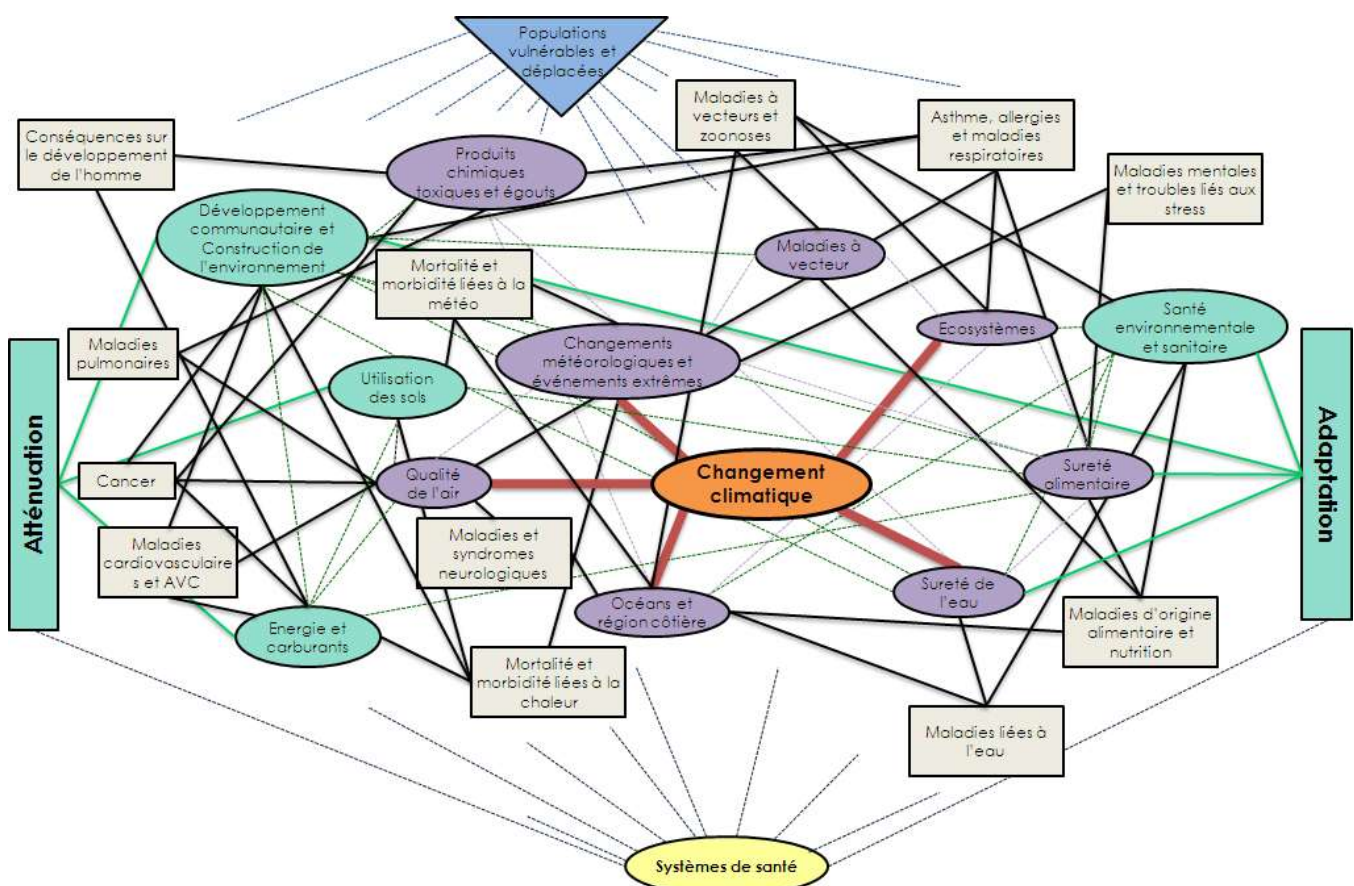


Figure 7. Liens entre le changement climatique et la santé. Le changement climatique a des impacts directs sur 5 aspects de l'environnement humain (lignes rouges, cercles mauves) qui entraînent à leur tour des facteurs environnementaux additionnels[1]. Ces changements environnementaux affectent ensuite 12 aspects séparés de la santé humaine (rectangles). L'atténuation et l'adaptation affectent l'environnement de l'homme dans le but de faire face au changement climatique et, de cette façon, cela affecte la santé de l'être humain. Finalement, les populations susceptibles existent pour tous les points de santé ciblés par le climat, et les systèmes de santé jouent un rôle intégral en adressant les préoccupations concernant la santé induits par le changement climatique.

Source: Schéma adapté du rapport *Environmental Health Perspectives and the National Institute of Environmental Health Sciences*, U.S. government, 2010

4.2 Les effets directs du changement climatique sur la santé

Le premier impact direct de la chaleur est la mortalité et la morbidité, essentiellement chez les personnes âgées, étant donné l'augmentation de la température annuelle et les vagues de chaleur extrême durant l'été en particulier, **mais également chez les jeunes enfants, les personnes handicapées, les personnes plus pauvres, les personnes souffrant d'une affection du cœur ou du système nerveux central (Parkinson, Alzheimer, démence) et les personnes isolées socialement.**

Dans les conditions normales, la température du corps humain est proche de 37 °C et la température environnante inférieure à celle-ci. Cette différence de chaleur permet au corps humain d'évacuer le surplus de chaleur qu'il produit. Tant que les variations climatiques restent modérées, elles engendrent dans le corps humain de simples réactions physiologiques d'adaptation. Cependant, en cas de fortes chaleurs ou de grand froid, ces réactions physiologiques ne sont parfois plus suffisantes et les conséquences pour la santé peuvent être considérables.

La personne âgée présente très souvent une plus grande intolérance aux grosses chaleurs, pour de multiples raisons :

- des **raisons organiques** comme la diminution de la capacité à transpirer, ou à dilater ses vaisseaux, ou bien la frilosité naturelle de la personne âgée qui mènent à un dérèglement de la thermorégulation ;
- des **raisons d'ordre moteur** si la personne âgée n'est pas capable de se déplacer en dehors de zones de chaleur, de boire elle-même, ou de se dévêtir ;
- d'autres raisons, comme par exemple la **consommation de médicaments** qui gênent la transpiration, comme les tranquillisants, ou qui font uriner plus souvent, comme des diurétiques ;
- En plus du fait que la **sensation de soif est souvent absente** ou retardée chez la personne âgée, ce qui entraîne souvent une **déshydratation**.

Cela en fait la personne à risque de problèmes liées à la chaleur numéro un.

4.2.1 Mortalité et morbidité liées aux canicules et aux vagues de chaleur

Lors de la canicule qui a touché toute l'Europe durant l'été 2003, 1300 additionnels (9.5% de surmortalité) étaient attribués à celle-ci en Belgique parmi les personnes de 65 ans et plus, avec un record de température dans le sud de la Belgique enregistré à 38,6 °C [2]. Parmi les personnes de moins de 65 ans, on n'a pas enregistré une augmentation significative de la mortalité dans ce groupe. En Wallonie, les mêmes résultats ont été observés⁶. En effet, aucun décès supplémentaire n'a été observé parmi les moins de 65 ans durant cet été 2003 et environ 400 décès supplémentaires ont été observés parmi les wallons de 65 ans et plus. Ces 400 décès supplémentaires représentent 32.4% des 1300 décès belges parmi les 65 ans et plus.

L'Institut de Santé publique belge indique que la vague de chaleur qui s'est abattue sur une grande partie de l'Europe en juin et juillet 2006 a entraîné en Belgique 1.059 décès supplémentaires⁷ durant le seul mois de juillet, une fois de plus principalement chez les personnes de 65 ans et plus (avec 362 des 1059 décès parmi les personnes âgées entre 65 et 84 ans), et surtout celles de 85 ans et plus (avec 572 des 1059 décès dans cette tranche d'âge). Pour l'ensemble du mois de juin 2006, il a été relevé un nombre de décès plus ou

⁶ <http://www.iph.fgov.be/epidemio/EPIFR/ozonefr/surmor03.pdf>

⁷ <http://www.iph.fgov.be/epidemio/EPIFR/ozonefr/summer06fr.pdf>

moins identique à la moyenne attendue (avec 48 décès supplémentaires), indique le communiqué de l'Institut. Au cours du pic de chaleur qui a frappé la Belgique du 12 au 18 juin 2006 la mortalité a excédé la moyenne attendue (+ 144 décès). De manière globale, entre le mois de mai et le mois de septembre 2006, 199 décès supplémentaires ont été enregistrés.

Herman Van Oyen (Institut scientifique de Santé Publique (ISP) - Santé publique et surveillance) a annoncé le 19 juillet 2010 que 520 décès prématurés avaient été constatés dans notre pays et il a précisé que durant la période entre le **1er avril et le 30 juin 2010, une hausse du nombre de décès dans notre pays a été remarquée. Les températures élevées et les pics d'ozones sont les deux causes essentielles de cette surmortalité.**

Dans les années qui viennent, les vagues de chaleur devraient être plus fréquentes passant à une année sur deux en 2100.

Canicule et vague de chaleur : définition et personnes à risque

Une vague de chaleur est définie par une période d'au-moins 5 jours consécutifs avec une température de 25°C ou plus (à Uccle) et comprenant au-moins 3 jours avec 30°C ou plus, selon l'Institut Royal Météorologique. En Belgique, vague de chaleur et canicule sont synonymes.

Les facteurs qui aggravent le risque de mortalité sont les suivants : être confiné au lit, ne pas sortir de chez soi, ne pas pouvoir se débrouiller seul au quotidien, être atteint d'une maladie psychiatrique ou cardio-vasculaire. Les personnes âgées de 65 ans et plus, et particulièrement les personnes âgées de 85 ans et plus sont donc les personnes les plus à risque ainsi que les enfants de moins de 5 ans. D'autres personnes sont également plus sensibles à la canicule, à savoir les asthmatiques (jeunes et adultes) et les adultes souffrant de bronchites chroniques, **mais également les personnes handicapées, les personnes plus pauvres, les personnes souffrant d'une affection du cœur ou du système nerveux central (Parkinson, Alzheimer, démence) et les personnes isolées socialement**

Les facteurs qui réduisent le risque de mortalité : disposer d'un climatiseur, aller dans des pièces fraîches, avoir des contacts sociaux, prendre des douches ou des bains supplémentaires, utiliser un ventilateur.

Manhay sans eau, victime de la sécheresse ! (30/06/2010)

Le thermomètre grimpe et on ne va pas s'en plaindre, puisqu'enfin on peut profiter de ce beau soleil qu'on attendait tant. Mais cette vague de chaleur intense n'a hélas pas que des avantages. Plus la température augmente, plus le niveau de la nappe aquifère diminue. Résultat : les pompes des châteaux d'eau de certaines communes n'atteignent plus le niveau des sources dont le débit baisse en période de sécheresse, comme c'est le cas actuellement.

Et c'est ainsi que de samedi à lundi, les autorités de Manhay (au nord de la province du Luxembourg) ont fait appel en urgence à la Protection civile, qui a dépêché ses camions-citernes sur place. En trois jours, la Protection civile a ainsi distribué 480.000 litres d'eau à la commune !

Source : *La Dernière Heure*, le 30 juin 2010

Canicule : 120.000 Wallons aidés (30/06/2010)

En Région wallonne, conformément au plan de prévention des fortes chaleurs, la phase de vigilance s'étend du 15 mai au 30 septembre de chaque année. Elle coïncide avec le début des travaux de sensibilisation des publics cibles.

À la suite de la vague de chaleur de 2003, les ministres de la Santé et de l'Environnement ont mis au point un plan destiné à protéger la population en cas de vague de chaleur ou de concentration d'ozone.

Au total ce sont 120.000 Wallons qui sont touchés par cette mesure. Suivant les années, en effet, cela concerne entre 115.000 à 127.000 personnes.

Cela concerne évidemment de nombreux établissements : maisons de repos, centres d'accueil de jour, résidences-service (+/- 785), services agréés d'aide aux familles et aux personnes âgées (90), maisons d'accueil pour adultes subventionnées (65), maisons de soins psychiatriques (14), services de santé mentale et centres de guidance (84)...

Source : *La Dernière Heure*, le 30 juin 2010

4.2.2 Maladies liées aux hivers plus froids

Lors d'hivers plus froids, les pics de pollution sont plus nombreux et plus importants (voir ci-dessous).

Les grandes vagues de froid depuis 2000 furent l'hiver 2006 (23 janvier au 4 février 2006, T° min : -7.2°C), l'hiver 2009 (du 26 décembre 2008 au 12 janvier 2009, T° min : -12.8°C) et l'hiver 2010 (du 14 décembre 2009 au 24 décembre 2009 avec T° min = -10.9°C et du 1 janvier 2010 au 15 janvier 2010, avec T° min = -8.2°C). Les T° min ayant été mesurées à Uccle, station de référence. Mais la T° min peut être jusqu'à 10°C inférieure à celle observée à Uccle, en particulier dans certaines régions de la Wallonie.

La grippe saisonnière tue chaque année 1000 à 1500 personnes. Durant l'hiver 2008-2009 (décembre-janvier-février), 2200 personnes supplémentaires sont décédées par rapport à la moyenne, en raison du froid, des pics de pollution aux particules fines et de l'épidémie de grippe. Les victimes étaient principalement des personnes âgées de 85 ans et plus (647

décès). Le givre, le verglas et la neige sont aussi la cause d'accidents, parfois particulièrement spectaculaires et mortels.

Notons que selon les prévisions climatiques, la température globale va augmenter et donc ces hivers plus froids devraient être moins fréquents et leurs conséquences moins graves. Une diminution du nombre de pics de pollution est également prévue dans le futur.

Vague de froid : définition et personnes à risque

La vague de froid est définie par une période durant laquelle la température minimale journalière est restée inférieure à -2°C au moins 7 jours consécutifs et durant laquelle au moins l'une des conditions ci-dessous est remplie :

- Soit le minimum de cette période est descendu au moins deux fois sous la barre des -7°C,
- Soit les maxima sont restés durant 3 jours de la période sous la barre des 0°C (Station de référence : Uccle, relevés à 8h du matin)

Les personnes les plus fragiles de la société sont notamment les jeunes enfants et les personnes âgées, mais également les personnes les plus faibles sur le plan social telles que, par exemple, les sans-abri.

Source : Météo Belgique et l'Institut de royal météorologique de Belgique

4.3 Les effets indirects du changement climatique sur la santé

4.3.1 Maladies liées à la qualité de l'air

Les pics de pollution par les poussières fines⁸ se caractérisent par une augmentation importante de leurs concentrations dans l'air ambiant et provoquent ce que l'on appelle des smogs⁹. **Ils apparaissent plus particulièrement en hiver**, à l'occasion de phénomènes météorologiques connus sous le nom d'inversions de température¹⁰. La quasi absence de vent empêche en effet les polluants de se déplacer. L'ozone et les particules fines sont deux polluants atmosphériques les plus connus. Au sein des particules fines, les poussières secondaires, qui se forment sous l'action de réactions chimiques dans l'air, trouvent principalement leur origine dans les émissions d'ammoniac (issues principalement des activités agricoles (élevage et utilisation de fertilisants)), de dioxyde de soufre (SO₂), de dioxyde d'azote (NO₂). Les secteurs concernés sont principalement l'industrie, le transport, et le chauffage domestique.

Les effets de l'ozone (O₃) varient en fonction de la concentration et des sensibilités individuelles. La ligne directrice de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est de 100 µg/m³ (moyenne sur 8 heures), offrant théoriquement une protection suffisante en santé publique mais ne garantissant pas l'absence d'effets chez les sujets sensibles¹¹. En effet, selon

⁸ Les particules fines sont des particules en suspension dans l'air. Elles sont divisées en deux sortes : les particules fines dont le diamètre est inférieur à 10 microns (PM₁₀) et les particules fines dont le diamètre est inférieur à 2,5 microns (PM_{2.5}). Elles sont toxiques pour la santé.

⁹ Le smog est une brume brunâtre et épaisse provenant d'un mélange de polluants atmosphériques (fines particules et ozone).

¹⁰ Plan d'actions en cas de pic de pollution par les poussières fines de l'AWAC
http://193.190.182.213/WebAirQuality/PDFFiles/AWAC/plan_d_action_pics_de_pollution.pdf

¹¹ http://etat.environnement.wallonie.be/uploads/tbe/parties/chapitres/fiches/fiches_TBE2010_P5/TBE2010_SANTE_2.pdf

l'OMS, le nombre de décès attribuables à l'O₃ à 100 µg/m³ est de 1 à 2 % supérieur à celui estimé à 70 µg/m³. A partir de 160 µg/m³, des effets importants sont observés même chez de jeunes adultes en bonne santé. **La concentration moyenne en O₃ s'élève en 49 µg/m³ en Wallonie pour la période 1999-2008. Par temps chauds, ensoleillé et peu venteux, des pics de concentration apparaissent. Ils peuvent dépasser 240 µg/m³ en moyenne sur 1 h lors d'années exceptionnelles** (2003 p. ex.).

Le dioxyde de soufre (SO₂) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont des gaz irritants issus principalement de phénomènes de combustion. En Wallonie, **leurs concentrations dans l'air sont généralement peu préoccupantes pour la santé mais doivent être surveillées** : ils sont sources de particules fines et le NO₂ est précurseur d'ozone. Les concentrations en NO₂ sont en outre indicatrices du niveau de pollution atmosphérique.

En Wallonie, **les niveaux de concentration élevés en NO₂ et en poussières (PM₁₀) se rencontrent généralement dans la partie nord** d'après l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) [3] et plus particulièrement dans le sillon Sambre/Meuse, dans les grandes agglomérations que sont Liège/Engis, Charleroi, mais aussi dans une moindre mesure à Mons (Figure 8 et Figure 9).

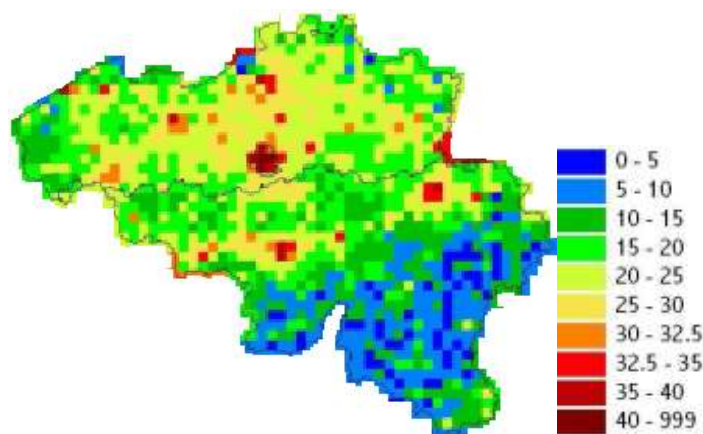


Figure 8. Concentration moyenne annuelle de NO₂ en Belgique en 2005, en µg/m³

Source : BelEUROS (Cellule Interrégionale de l'Environnement (IRCEL-CELINE)) Août 2006

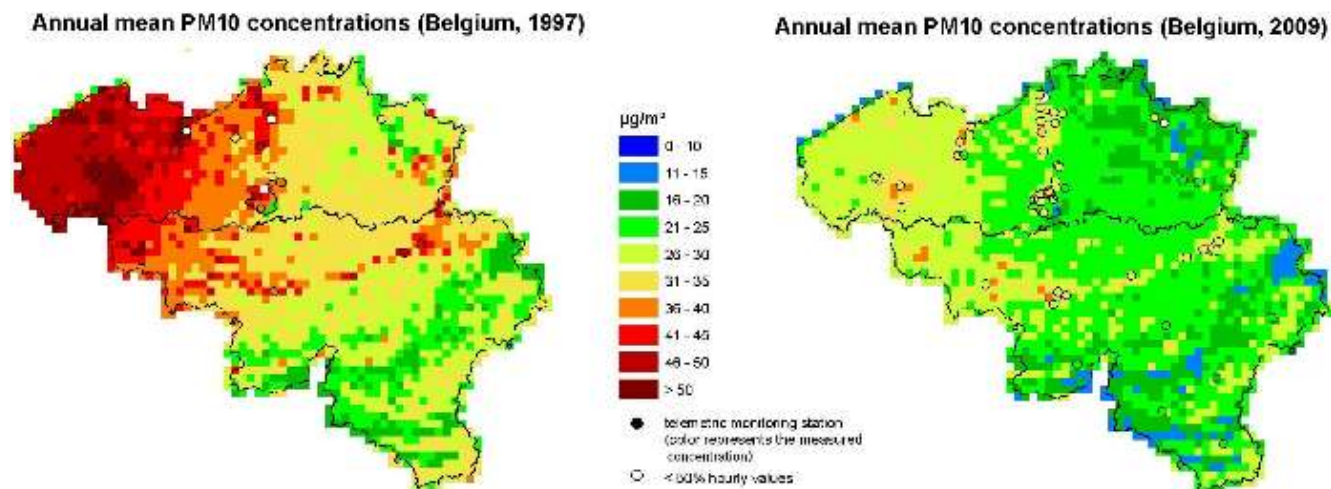


Figure 9. Evolution de la concentration moyenne annuelle de PM₁₀ en Belgique en entre 1997 et 2009, en µg/m³

Source : BelEUROS (Cellule Interrégionale de l'Environnement (IRCEL-CELINE))

Les effets des poussières sont principalement de type chronique (bronchites, asthmes, cancers), ils sont liés à la pollution de fond qui s'évalue à l'aide de la moyenne annuelle des concentrations. Cependant, on dénombre également des effets liés aux pics de pollution (réactions inflammatoires des poumons, augmentation des affections cardio-vasculaires, etc). **A l'échelle de la Belgique, l'AWAC estime à environ 13.000 le nombre de décès annuellement imputables à la pollution, essentiellement de fond¹².**

La pollution contribue à la mort de 10.000 belges par an (12/02/2008)

Au-delà d'un certain seuil, ce gaz polluant (dioxyde d'azote) constitue une menace pour la santé et provoque des problèmes respiratoires.

Selon Benoît Nemery de Bellevaux, professeur de pneumologie à l'université de Leuven, cité par le journal Le Soir ce mardi, la pollution contribue à la mort de 10.000 personnes par an.

"Il est toujours difficile d'attribuer ces décès à une seule cause", reconnaît ce spécialiste. "Ce qui cause la mort, c'est l'infarctus et la pollution est un facteur de risque pour l'infarctus", explique-t-il.

Le patient qui souffre de BPCO (broncho-pneumopathie chronique obstructive) est typiquement celui qui va souffrir des conditions actuelles (concentrations de dioxyde d'azote dans l'air, concentrations de particules fines).

La quantité d'air qui circule est insuffisante pour assurer l'oxygénation correcte du sang et l'évacuation du gaz carbonique. Le cœur ne sera plus capable d'assurer sa fonction correctement.

"Si la pollution abaisse votre capacité respiratoire de 100% à 95%, vous ne le sentirez pas. Un malade dans ces conditions la verra chuter de 30 à 25%", explique encore le docteur Vincent Ninane, du service de pneumologie de l'Hôpital Saint-Pierre à Bruxelles.

"On estime, sur base de comparaisons internationales, que le Belge perd en moyenne 13,2 mois d'espérance de vie à cause de la pollution atmosphérique", souligne pour sa part le Pr Nemery de Bellevaux.

Les agents de pollution font vieillir prématurément les poumons et diminuent leur élasticité.

Source : RTL info.be, le 12 février 2008

¹² Plan d'actions en cas de pic de pollution par les poussières fines de l'AWAC
http://193.190.182.213/WebAirQuality/PDFFiles/AWAC/plan_d_action_pics_de_pollution.pdf

4.3.2 Les maladies allergènes (Le pollen, les acariens, chenille processionnaire)

L'ISP a étudié la relation entre la température et la date de début de pollinisation du bouleau, un arbre à pollen allergisant particulièrement important pour les allergiques dans le nord-ouest de l'Europe climatique. Ils ont constaté à Bruxelles un réchauffement printanier associé à des débuts de pollinisation plus précoces [4].

En Belgique (avril 2009), 6 à 7% des adultes de 20 à 45 ans et 8 à 10% des moins de 18 ans sont asthmatiques selon le FARES (Fonds des Affections Respiratoires). Une composante allergique est retrouvée dans 70 à 80% des cas et dans 95% lorsqu'il s'agit des enfants.

En Wallonie, 6.2% de la population déclare avoir souffert d'asthme au cours des 12 mois qui précèdent l'interview de santé¹³. Parmi eux 87.2% ont été suivis par un médecin ou un autre professionnel de la santé. Il n'y a pas de différence selon l'âge, le sexe, le niveau d'éducation et le degré d'urbanisation en Wallonie.

Depuis 2001 le pourcentage de personnes avec asthme est constant¹³. On remarque cependant que le pourcentage de personnes qui déclarent avoir de l'asthme en Région wallonne est le double de celui observé en Région flamande.

L'asthme est une maladie complexe, et cette complexité est accentuée lorsque la composante « allergie » est présente. Les allergènes sont difficiles à identifier et souvent multiples : acariens, poils d'animaux, moisissures, pollens...

On observe aujourd'hui une augmentation de la sévérité des manifestations de l'allergie. Certains pensent à incriminer l'environnement ; cette question était au centre des derniers états généraux français de l'asthme et des allergies. Notons aussi que les manifestations les plus visibles (hospitalisations, décès) peuvent résulter d'une prise en charge de première ligne inadéquate.

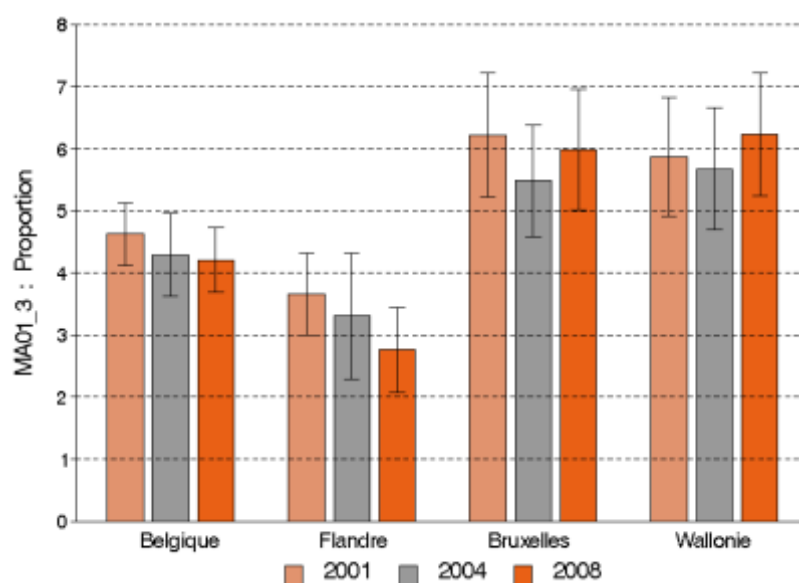


Figure 10. Pourcentage de la population avec asthme au cours de l'année passée par région en Belgique

Source : Enquête de Santé par interview, Belgique, 2008 – Affections chroniques.

¹³ Enquête de santé par interview, Belgique, 2008 – Affections chroniques

4.3.3 Les maladies à vecteur et zoonoses

Les maladies à vecteur sont répandues dans les zones tropicales et subtropicales et sont relativement rares dans les zones tempérées, bien que le changement climatique puisse créer des conditions appropriées pour l'apparition de maladies dans les régions tempérées. **Le cas des maladies dont le vecteur est déjà présent dans nos milieux tempérés est encore plus préoccupant** (comme par exemple le cas de la malaria dont un vecteur *Anopheles plumbeus* est présent chez nous).

Maladies transmises par des tiques

- Cas de la maladie de Lyme

Les tiques sont les vecteurs potentiels de nombreux pathogènes : spirochètes et rickettsioses, arbovirus, protozoaires. La plus importante en Belgique est la maladie de Lyme (via la bactérie *Borrelia burgdoferi*), mais il existe aussi les encéphalites virales, qui ont un vecteur commun, la tique *Ixodes ricinus*. Les foyers des encéphalites sont directement influencés par le climat. La maladie de Lyme dépend également fortement de conditions biotiques comme la présence de cervidés [5].

Il y a une augmentation du nombre de cas diagnostiqués de maladie de Lyme en Belgique depuis le début des années 1990. La progression des tiques est corrélée à l'augmentation des minima journaliers de température [6]. En Belgique, 10 % des tiques sont infectées par la bactérie *Borrelia burgdoferi*. Le nombre de cas humains diagnostiqués par les laboratoires vigies est en constante augmentation en Wallonie, passant de 26 en 1993 à 361 en 2000 et à 412 en 2009 (Tableau 3).

Maladies transmises par des moustiques

Le **moustique-tigre *Aedes albopictus*** a été retrouvé une fois en dans des **pneus usagés** dans la région d'Anvers mais a été **éradiqué** [7]. Celui-ci peut inoculer une trentaine de virus tels que le chikungunya, l'encéphalite de Saint-Louis et la dengue (arbovirose) [8]. En zone tropicale, il peut inoculer une trentaine de virus. En Europe, en l'absence de virus pathogène transmissible, **il était resté inoffensif jusqu'en 2007**. En juillet 2007 et pour la première fois, il a été reconnu responsable de la transmission du chikungunya en Italie.

- Chikungunya

Entre décembre 2005 et fin avril 2006, 12 personnes ont été diagnostiquées, en Belgique, comme souffrant de la fièvre de Chikungunya. Ils ne s'agissaient que de cas d'importation. Plus aucun cas n'a été rapporté depuis.

- West Nile Virus

Les arboviroses tropicales pourraient être influencées par le changement climatique. Par exemple, le cycle de transmission du virus West Nile implique des oiseaux et des moustiques en particulier les *Culex* et les *Aedes* [5]. La réserve naturelle de l'étang de Virelles (Province du Hainaut) contient un nombre important d'oiseaux migrateurs et non-migrateurs ainsi qu'une grande zone de reproduction de moustiques, ce qui en fait un secteur à risque pour l'émergence du virus West Nile [9]. Toutefois, ce virus n'est pas présent en Belgique. Par contre Le moustique ***Aedes japonicus***, autre vecteur du virus West Nile a été **introduit en 2003 en Belgique** par l'intermédiaire de **pneus usagés** et arrive désormais à passer l'hiver chez nous

[10]. La présence de ce moustique ne présente **pas de danger immédiat mais est un problème potentiel.**

- Fièvre jaune

La fièvre jaune est une maladie virale aiguë, une arbovirose zoonotique transmise par divers moustique du genre *Aedes* (*Aedes aegypti*, *Aedes simpsoni* et *Aedes africanus*).

- Malaria

***Plasmodium vivax* a sévi jusqu'en 1958 dans les zones de Polder de Belgique et des Pays-Bas.** Depuis février 1983, un programme de surveillance continue des maladies infectieuses fonctionne (voir <http://lib.itg.be/open/asbmt/1986/1986asbm0015.pdf>).

Plusieurs cas de malaria sont diagnostiqués en Wallonie chaque année, mais il s'agit de cas d'importation. Chaque année, quelques Belges meurent encore du paludisme. Il s'agit presque exclusivement de personnes ayant omis de prendre leurs antipaludéens ou ne les ayant pas pris avec une régularité suffisante lors d'un séjour dans un pays tropical (Tableau 3). **Un cas de malaria a toutefois été rapporté en 2010 chez une personne résident en Belgique et n'ayant ni voyagé ni fréquenté d'aéroports.** De plus, il faut noter que ***Anopheles plumbeus* est présent en Belgique** et est, sous des latitudes plus tropicales, **vecteur attitré du paludisme**¹⁴.

- Dengue

Le nombre de nouveaux cas de dengue est en augmentation en Wallonie, bien qu'il ne s'agisse uniquement de cas d'importation. La dengue est une arbovirose, transmise à l'être humain par l'intermédiaire de la piqûre d'un moustique diurne du genre *Aedes* (*Aedes aegypti*, *albopictus*, *polynesiensis* ou *japonicus*), lui-même infecté par le virus de la dengue qui est de la famille des flavivirus (Tableau 3).

Maladies transmises par des phlébotomes

- Leishmaniose

Les leishmanioses se retrouvent dans le bassin méditerranéen essentiellement. Les leishmanioses à *Leishmania infantum* ne sont par exemple présentes que dans l'espace compris entre les isothermes 5-10 °C en janvier et 20-30 °C en été. Cela suggère que la température est l'un des facteurs limitant la diffusion de ces maladies vers le nord de l'Europe. **Les leishmanioses pourraient dès lors arriver d'ici 30 ans en Belgique** [5].

Autres maladies

- Influenza - Grippe aviaire

Plus aucun cas de grippe aviaire (H5N1) été détecté depuis 2003 en Belgique au 18/05/2009 (Tableau 3). Le changement climatique pourrait également contribuer indirectement à la propagation du virus H5N1 de la grippe aviaire en incitant les oiseaux migrateurs à modifier leurs routes et à se retrouver ainsi en contact avec des élevages de volailles domestiques.

Il existe en Wallonie d'autre cas d'Influenza, telle que l'Influenza A (essentiellement le sous-type H1N1, H3N2) et B dont le nombre de diagnostics est en constante augmentation. Deux tiers des cas d'Influenza A et d'Influenza B sont diagnostiqués chez les enfants de moins de 5

¹⁴ Lettre d'information projet MODIRISK, disponible à l'adresse <http://www.itg.be/itg/Uploads/Parasitologie/modirisk/modirisk%20nieuwsbrief%20fr1.pdf>

ans. L'influenza B est un virus strictement humain alors que l'influenza de type A infecte plusieurs espèces et seuls les virus de type A sont à l'origine de pandémies grippales.






- Hantavirus

Les Hantavirus sont des virus qui créent une fièvre hémorragique modérée avec un syndrome rénal et qui émergent partout dans le monde. Ce virus est commun chez les rongeurs, et principalement le campagnol roussâtre dans nos régions, lors de contacts directs ou indirects (excrétions). Les premières évidences sérologiques de la présence de ce virus en Belgique remonte à 1983 [11]. **Les infections à Hantavirus sont plus fréquemment détectées en Wallonie que dans le reste de la Belgique.**

- Leptospirose

Depuis 2006¹⁵, un peu plus de la moitié des personnes atteintes de leptospirose deviennent malades après une exposition en Belgique ou en France et le reste après une exposition dans une région tropicale (Tableau 3).

Tableau 3. Nombre de cas de malades infectés par des maladies à vecteur, zoonoses et autres maladies déclarés en Wallonie par les laboratoires vigies depuis 2000

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Tendance
Maladie de Lyme	361	283	356	238	283	327	370	334	368	412	
Dengue	/	/	49	26	23	29	39	49	60	/	
Plasmodium	85	75	64	44	67	49	29	38	25	/	
Leishmania	/	/	/	10	12	11	8	11	11	12	=
Influenza A	/	/	/	/	119	84	61	122	57	738	
Influenza B	/	/	/	/	80	38	24	9	20	22	
Hantavirus	50	83	41	105	42	329	121	234	242	123	
Leptospira	/	15	10	8	8	12	16	8	5	8	=

/ = données non disponibles

Source : Institut scientifique de Santé Publique – Section Epidémiologie

¹⁵ Pas de données de la provenance des cas avant 2006

Les dangers de la forêt – Des centaines de cas : maladie de Lyme, la rage, l'échinococcose... (30/06/2007)

Dans le rapport sur l'environnement en Région wallonne, on souligne que divers agents pathogènes présents chez les animaux sauvages sont transmissibles à l'homme (anthropozoonoses ou zoonoses). Outre des maladies bien connues comme la rage, l'échinococcose ou la tuberculose, la liste des zoonoses est longue, de la brucellose, maladie de Lyme à la tularémie, lepto-spirose, anaplasmose, listériose, trichinellose, hantavirose, West Nile...

La maladie de Lyme ou borréliose est une infection systémique due à une bactérie transmise par la tique après piqûre si le temps d'attachement est suffisant (au moins 12 heures). Pas loin de 2.000 cas sont dénombrés chaque année en Belgique.

Les provinces les plus touchées sont celles de Namur, d'Anvers et du Brabant ainsi que la Campine. Anaplasmose est une infection bactérienne transmissible à l'homme par piqûre de tique.

L'année 2005 a été marquée par une augmentation du nombre de cas diagnostiqués (64 contre 36 en 2004 et en moyenne 7 par an auparavant). L'hantavirose est une anthropozoonose virale, transmise à l'homme par différentes espèces de rongeurs, principalement le campagnol roussâtre dans notre pays.

Des cas ont été diagnostiqués dans presque tous les arrondissements : Liège (n = 64) et Neufchâteau (n = 52), ainsi que dans ceux de Thuin (n = 38), Philippeville (n = 30) et Dinant (n = 30). L'échinococcose alvéolaire est une maladie causée par un petit ver de la famille des ténias. Le cycle naturel dépend d'une relation entre un hôte intermédiaire (campagnol, rat musqué...) et un hôte définitif (renard roux). Depuis 1999, une quinzaine de cas ont été diagnostiqués en Belgique.

Source : La Dernière Heure, le 30 juin 2007

4.3.4 Les maladies liées à la contamination de la nourriture, de l'eau et à la sûreté alimentaire

La chaleur favorise le développement d'algues et de bactéries potentiellement mortelles pour l'être humain. Le problème des eaux stagnantes favorise d'autant plus ce développement. Les principaux risques sanitaires liés à l'alimentation sont de types microbiologiques (développement de bactéries, virus, moisissures,...), chimiques (produits chimiques présents dans l'environnement, pesticides, métaux lourds,...) et parasitaires (helminthes,...). Bien que ces bactéries et autres microbes soient pour la plupart inoffensifs pour la santé, leur détection en nombre important peut le devenir. Et la température plus élevée est favorable au développement de ceux-ci.

Les entérobactéries, famille de contaminants très répandus, sont recherchés dans les aliments et dans l'eau comme indicateurs de contamination et/ou comme pathogènes. Ce sont des indicateurs utiles d'hygiène et de contamination post processus des produits ayant subi un traitement à la chaleur (Tableau 4). Exemples :

- L'espèce *Salmonella* responsable de gastro-entérites (et *Salmonella typhi* responsable de la fièvre typhoïde) ;
- l'espèce *Shigella dysenteriae* est l'agent responsable de la dysenterie bacillaire ;
- l'espèce *Escherichia coli* entérotoxique responsable de gastro-entérite infantile ;
- l'espèce *Yersinia pestis* responsable de la peste ;
- l'espèce *Klebsiella pneumoniae* parfois responsable d'infections respiratoires ;
- ...

Les bactéries du genre *Legionella* sont des bactéries naturellement présentes dans l'eau et dans les boues, responsables d'une maladie respiratoire, la légionellose. Elles colonisent fréquemment les réseaux d'eau, notamment les réseaux d'eau chaude sanitaire, les installations de climatisation ainsi que les tours aérorefrigérantes (tour de refroidissement par voie humide) avec échangeurs air/eau). La sous-espèce la plus courante est la *Legionella pneumophila* (Tableau 4).

Le choléra (bactérie *Vibrio cholerae*) se transmet par l'eau des boissons ou des aliments souillées. La première épidémie de choléra, en 1832, fut catastrophique à Bruxelles, allant jusqu'à 100 décès par jour. Les épidémies de choléra vont ensuite se suivre : 1832, 1849, 1853-1854, 1865 et 1866-1867 [12]. Aujourd'hui il n'est plus présent dans notre pays.

En 1747, suite à l'été très chaud en Belgique, une épidémie de dysenterie a fait son apparition et une mortalité accrue a été observée. Le chiffre des morts pour 1747 est de 230 000 à 250 000 décès supplémentaires [13]. La dysenterie est provoquée par l'ingestion d'aliments contenant certains micro-organismes. Classiquement il en existe 2 sortes : la dysenterie bactérienne causée par la bactérie *Shigella*, et la dysenterie amibienne, causée par l'*Entamoeba histolytica* mais le mot dysenterie est parfois utilisé de manière générique pour désigner de violentes diarrhées aiguës.

Campylobacter est un genre de bactéries provoquant des intoxications alimentaires dont les principales espèces sont *C. jejuni*, *C. coli* responsables d'entérites et *C. fetus* responsable de septicémies chez l'immunodéprimé. *Campylobacter* souvent impliqué dans les ulcères gastriques ou duodénaux. Il est moins diagnostiqué en Wallonie qu'en Flandre (Tableau 4).

Giardia lamblia est un parasite unicellulaire transmis par l'eau ou en contact direct avec une personne infectée (on note aujourd'hui en Belgique une prévalence relativement élevée dans les villes et les milieux d'accueil comme les crèches) qui produit des kystes qui sont très résistants aux conditions environnementales défavorables (logé dans le duodénum, il résiste notamment au pH acide). Ce parasite est 2 fois moins détecté en Wallonie qu'en Flandre (Tableau 4).

Tableau 4. Nombre de cas de malades infectés par des maladies à vecteur et zoonoses déclarés en Wallonie par les laboratoires vigies depuis 2000

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Tendance
Campylobacter	1244	1502	1438	1376	1367	1416	1148	1402	1195	1442	=
Giardia	314	328	221	276	247	255	217	186	202	189	↘
Legionella pneumophila	10	22	40	11	25	28	24	24	18	/	=
Salmonellose	14088	10783	10075	12392	9543	4916	3693	3975	3944	3208	↘
Shigellose	378	486	347	357	316	425	330	361	417	345	=

/ = données non disponibles

Source : Institut scientifique de Santé Publique – Section Epidémiologie

4.3.5 Les maladies mentales

Une étude belge faite en Wallonie entre 2001 et 2005 a montré que les troubles à symptomatologie de type psychotique sont fortement influencés par plusieurs paramètres météorologiques (ensoleillement, pression, humidité, pluviométrie et tache solaire). Cette même étude montre cependant que les troubles dépressifs, étonnamment, ne seraient pas influencés par l'ensoleillement ni par les autres facteurs [14].

5 Les vulnérabilités futures

5.1 Les changements climatiques attendus

L'évolution de différentes variables climatiques influençant la santé selon les 3 projections de projections climatiques sont présentées ci-dessous (Tableau 5 à Tableau 10 ; Figure 11 à Figure 16) (« Humide » = projections humides avec hivers plus doux et réchauffement global moins fort que les autres scénarios ; « Moyen » = projections moyennes avec radoucissement progressif général ; « Sec » = projections sèches avec étés plus chauds et réchauffement global plus fort que les deux précédents scénarios).

Tableau 5. Evolution des températures minimales par saison, en °C

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	↗ +1.82	↗ +2.58	↗ +3.41	↗ +0.77	↗ +1.32	↗ +2.58	↘ -0.04	↗ +0.60	↗ +1.37	↗ +0.81	↗ +1.13	↗ +1.39
Moyen	↗ +0.74	↗ +1.55	↗ +2.72	↗ +0.79	↗ +1.12	↗ +2.08	↗ +0.83	↗ +1.68	↗ +2.68	↗ +0.80	↗ +1.67	↗ +2.70
Sec	↗ +2.18	↗ +2.47	↗ +3.24	↗ +1.41	↗ +2.40	↗ +3.18	↗ +2.00	↗ +2.84	↗ +4.13	↗ +1.75	↗ +2.69	↗ +4.22

Tableau 6. Evolution des températures maximales par saison, en °C

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	↗ +1.61	↗ +2.30	↗ +3.20	↗ +0.60	↗ +1.03	↗ +2.38	↘ -0.20	↗ +0.45	↗ +1.21	↗ +0.76	↗ +1.16	↗ +1.24
Moyen	↗ +0.75	↗ +1.47	↗ +2.67	↗ +1.11	↗ +1.16	↗ +2.25	↗ +0.94	↗ +1.97	↗ +3.60	↗ +0.71	↗ +1.59	↗ +2.66
Sec	↗ +2.19	↗ +2.67	↗ +3.44	↗ +1.87	↗ +2.88	↗ +3.77	↗ +2.59	↗ +3.62	↗ +5.13	↗ +1.78	↗ +3.09	↗ +4.73

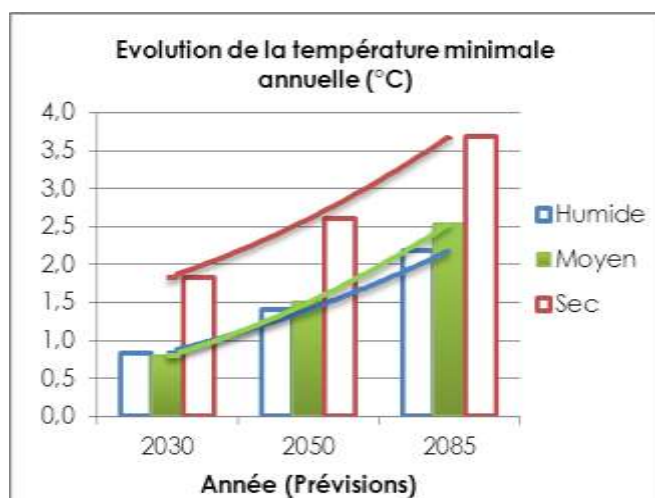


Figure 11. Evolution de la température maximale annuelle en °C

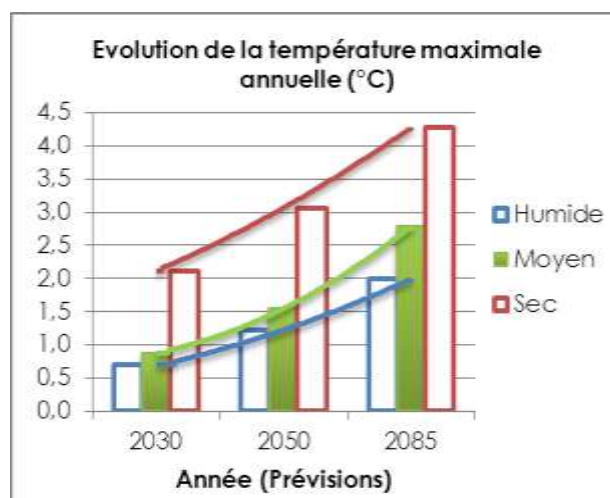


Figure 12. Evolution de la température maximale annuelle en °C

Tableau 7. Evolution du nombre de jours supplémentaires de canicule/jours de chaleur

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	= 0.00	= 0.00	= 0.00	= 0.00	= 0.00	= 0.00	↘ -0.36	↗ +0.41	↗ +0.05	= 0.00	= 0.00	= 0.00
Moyen	= 0.00	= 0.00	= 0.00	↗ +0.12	↗ +0.12	↗ +0.80	↗ +1.00	↗ +2.27	↗ +9.06	= 0.00	= 0.00	↗ +0.37
Sec	= 0.00	= 0.00	= 0.00	= 0.00	↗ +0.03	↗ +0.22	↗ +11.66	↗ +17.89	↗ +27.87	↗ +1.69	↗ +3.12	↗ +7.45

Tableau 8. Evolution du nombre de jour de gel par saison

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	↘ -13.0	↘ -17.2	↘ -22.8	↘ -5.7	↘ -9.9	↘ -16.4	= 0.0	= 0.0	= 0.0	↘ -5.6	↘ -6.6	↘ -6.3
Moyen	↘ -6.1	↘ -10.7	↘ -21.7	↘ -3.8	↘ -5.8	↘ -10.2	= 0.0	= 0.0	= 0.0	↘ -2.4	↘ -3.7	↘ -6.0
Sec	↘ -16.2	↘ -18.2	↘ -22.5	↘ -9.7	↘ -14.6	↘ -16.6	= 0.0	= 0.0	= 0.0	↘ -5.8	↘ -8.2	↘ -10.6

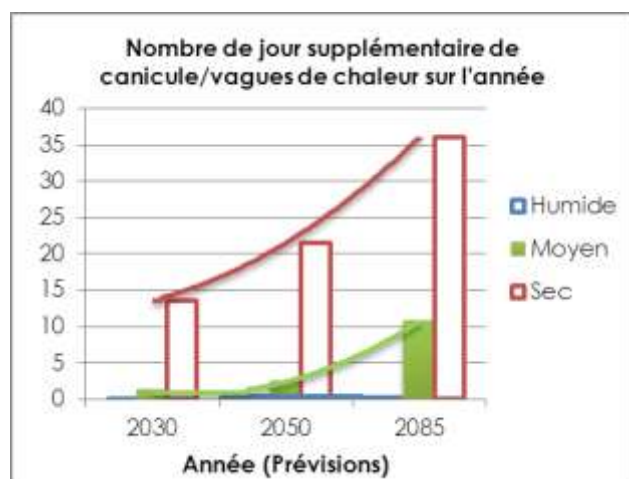


Figure 13. Evolution du nombre de jour supplémentaire de canicule/vague de chaleur annuel

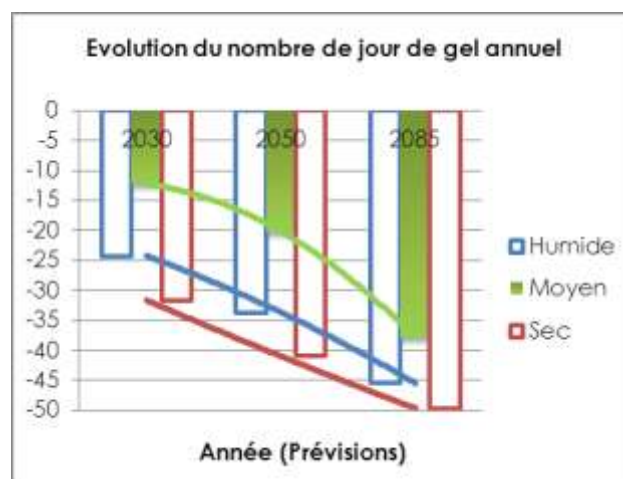


Figure 14. Evolution du nombre de jour de gel annuel

Tableau 9. Evolution des précipitations par saison, en m

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	↗ +58.4	↗ +67.0	↗ +68.9	↗ +25.5	↗ +31.5	↗ +45.6	↘ -12.7	↘ -12.3	↘ -19.8	↘ -5.8	↗ +10.2	↗ +9.0
Moyen	↗ +29.0	↗ +50.8	↗ +81.5	↘ -33.7	↘ -20.9	↘ -0.6	↘ -10.4	↘ -26.9	↘ -52.2	↗ +12.0	↗ +1.3	↗ +30.1
Sec	↗ +27.5	↗ +9.8	↗ +20.7	↘ -11.6	↘ -0.4	↘ -13.3	↘ -23.1	↘ -38.1	↘ -58.7	↗ +20.1	↘ -10.8	↗ +13.9

Tableau 10. Evolution de l'humidité relative par saison

	DJF – Hiver			MAM – Printemps			JJA – Eté			SON – Automne		
	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085	2030	2050	2085
Humide	= 0.00	↗ +0.01	= 0.00	= 0.00	= 0.00	↘ -0.01	= 0.00	↗ +0.01	↗ +0.01	↗ +0.01	↗ +0.01	↗ +0.02
Moyen	= 0.00	↗ +0.01	↗ +0.01	↘ -0.01	↘ -0.01	↘ -0.01	↘ -0.01	↘ -0.01	↘ -0.03	= 0.00	= 0.00	= 0.00
Sec	↘ -0.01	↘ -0.01	↘ -0.02	↘ -0.02	↘ -0.02	↘ -0.04	↘ -0.05	↘ -0.07	↘ -0.10	↘ -0.02	↘ -0.04	↘ -0.05

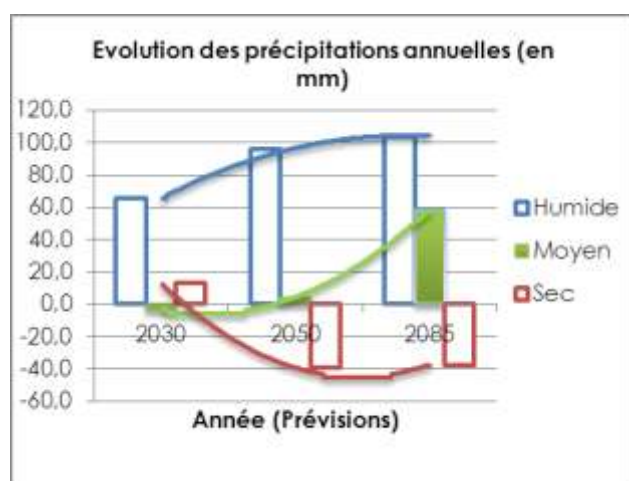


Figure 15. Evolution des précipitations annuelles, en mm

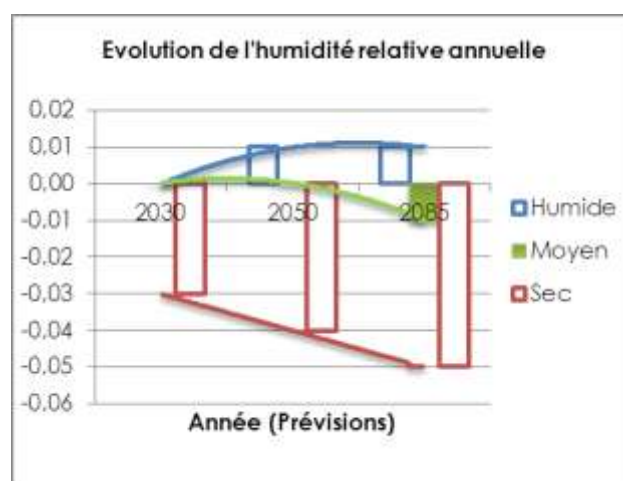


Figure 16. Evolution de l'humidité relative annuelle

Vulnérabilités futures : les priorités en termes de santé en Wallonie

En regard des projections climatiques, les vulnérabilités futures auquel la Wallonie doit s'attendre et s'occuper en premier, étant donné qu'elles peuvent être désastreuses en termes de mortalité et de morbidité, sont les suivantes :

1. L'augmentation de la mortalité, essentiellement en été, avec l'augmentation des températures et l'augmentation du nombre de jours supplémentaire de vague de chaleur/canicule. Il faudra particulièrement faire attention aux personnes à risques (personnes âgées, enfants de moins de 5 ans, personnes avec maladie cardiovasculaire et/ou pulmonaire,...) ;
2. Les intoxications alimentaires (essentiellement pendant l'été) et la perturbation de la chaîne de distribution alimentaire. En effet, l'augmentation des températures influence directement la chaîne de froid ;
3. Besoin urgent de recherche et de vigilance (maladies à vecteurs et autres)

5.2 Les effets directs du changement climatique sur la santé

Les effets directs du changement climatique en terme de mortalité peuvent être quantifiés. **L'augmentation des températures minimales et maximales tout au long de l'année aura pour effet direct d'augmenter la mortalité en été et de diminuer la mortalité en hiver**, et en particulier parmi les personnes à risque telles que les personnes âgées (problèmes cardiovasculaires et problèmes respiratoires) [15]. Notons tout de même que ces effets sont dépendants également du niveau de vie (niveau socio-économique, âge,...) qui peut diminuer de façon considérable l'effet des hausses ou baisses de températures en hiver et en été. L'augmentation de la mortalité cardiovasculaire et de l'incidence des accidents vasculaires cérébraux (AVC), plus fréquents en hiver qu'en été, correspond à la variation de la pression systolique. En effet, celle-ci est plus faible en été et les périodes chaudes alors qu'elle augmente en hiver et durant les périodes froides. Une température plus élevée en hiver diminuera donc la mortalité cardiovasculaire et le nombre d'AVC durant cette période.

L'augmentation tout au long de l'année du nombre de jours de vague de chaleur (les 3 modèles de projection différent) pourraient confirmer une hausse de mortalité en été et une diminution en hiver. La mortalité moyenne pourrait donc augmenter. Selon les observations de la canicule de 2003, une augmentation de 35% de la mortalité en France et de 4% en Belgique ont été observées durant le mois d'août. Il est à noter que le changement climatique rapide influencera les adaptations et de ce fait la mortalité. On pourrait peut-être observer, en été, une augmentation des smog et une augmentation de la chaleur en ville avec un effet de serre. Une augmentation de la mortalité en cas de fortes chaleurs peut être due à une aggravation de l'état de santé déjà altéré de certaines personnes, notamment les plus âgées, c'est ce qui s'appelle l'effet « moisson » (« harvest » effect). Dans ce cas, une diminution de la mortalité dans les semaines suivantes est généralement observée. L'effet moisson concerne essentiellement la mortalité cardiovasculaire. Cet effet moisson pourrait expliquer maximum 20% à 50% de la mortalité globale en été (voire moins en France). En d'autres termes, cette augmentation de la mortalité reflète surtout les limites de capacité du corps humain à s'adapter [15]. D'autre part, la hausse des températures et l'augmentation de la concentration en ozone ont un effet synergique sur l'augmentation la mortalité et la morbidité. Lorsque la température moyenne journalière est supérieure à 20°C, c'est en premier

lieu la chaleur qui explique l'augmentation du taux de mortalité, l'ozone ne jouant qu'un petit rôle et qui est additionnel [6].

D'autre part, l'augmentation des précipitations en hiver et en automne pourraient provoquer des inondations plus fréquentes et/ou plus graves et une augmentation de la mortalité et la morbidité dues à cette cause. D'autre part, la diminution des précipitations en été et au printemps (pour les projections moyennes et humides) augmenteraient le risque de sécheresse. Ces changements de précipitation, et essentiellement en ce qui concerne les inondations, pourraient provoquer un stress psychologique important.

Température et mortalité

En général, on constate une courbe « en U », plus au moins régulière et symétrique, la pente descendante (du cote du froid) étant plus longue mais aussi plus douce que la pente ascendante (courte mais raide, du côté de la chaleur. Notons que chaque contexte (pays/région) connaît une température à laquelle le taux de mortalité est minimal. Aux Pays-Bas par exemple cette température est actuellement de 16.5 °C et au-delà de ce seuil, le taux de mortalité augmente de 1% à 4% par degré supplémentaire [16]. Ce seuil pourrait évoluer en fonction de l'adaptation future de l'homme au changement climatique.

Il est ainsi possible d'individualiser un « optimum thermique », qui est l'intervalle de 3 °C à l'intérieur duquel le nombre de décès passe par son niveau le plus bas. Pour la France métropolitaine par exemple, cet intervalle s'inscrit entre 17.2 et 20.2°C [17].

5.3 Les effets indirects du changement climatique sur la santé

5.3.1 Le développement des maladies liées à la qualité de l'air

La saison des pollens devrait dans le futur être plus étendue. En effet, l'élévation des températures favoriserait la pollinisation plus rapide. Le CO₂ favorise également la production accrue de pollen. En conséquence, les allergies liées au pollen devraient augmenter dans le futur ainsi que leur gravité. D'autre part, l'ambrosie, qui produit des pollens très allergisants pourrait voir son aire de distribution s'agrandir géographiquement avec l'augmentation des températures.

Les maladies respiratoires telles que l'asthme pourraient également s'aggraver et le nombre de cas pourrait augmenter dans le futur.

Les acariens aiment la chaleur et l'humidité. Leur température idéale de prolifération est située entre 16 et 25 °C et l'humidité idéale est située entre 60 et 80%. **Les allergies aux acariens pourraient, selon les simulations, également empirer.**

De même, la chenille processionnaire est couverte de poils urticants et allergisants qui peuvent provoquer d'importantes réactions : démangeaisons, œdèmes, troubles oculaires ou encore troubles respiratoires (asthme). La chenille libère ses poils forts urticants à partir des mois de mai-juin. La sécheresse semble aggraver la pullulation de cette chenille.

5.3.2 Le développement des maladies à vecteur et des zoonoses

L'impact du changement climatique sur les maladies à vecteurs est difficile à quantifier en raison des multiples facteurs qui interagissent. Les conséquences possibles du changement climatique peuvent se manifester de plusieurs façons [5]:

- **L'augmentation des aires de distributions** des vecteurs et des foyers de maladies (en latitude (vers le Nord) et en altitude) ;
- **L'augmentation des périodes d'activités** des vecteurs au cours de l'année ;
- **L'augmentation possible de la densité** des vecteurs jusqu'à une température optimum, au-delà de laquelle l'effet inverse pourrait être observé ;
- **L'augmentation de la longévité** des vecteurs (si augmentation de l'humidité et des températures ; la sécheresse diminuerait en revanche sa longévité) et la persistance de vecteurs infectés ;
- **La diminution de la durée d'incubation des agents infectieux**, ce qui faciliterait la transmission ;
- La possibilité d'**installation d'espèces invasives**. C'est notamment le cas de *Aedes japonicus* qui est dans la région de Namur depuis 2003 suite à des importations de **pneus usagés** et qui arrive à y passer l'hiver. Cette espèce qui semble bien s'installer en Belgique et qui est notamment vectrice de l'encéphalite japonaise et du virus du Nil ;
- Les **mouvements de populations** (migration) et l'augmentation du **trafic aérien** ;
- Le **transfert par voie commerciale d'échange de marchandise** et installation du vecteur.

Par exemple, l'aire de distribution des tiques est très étendue. Le réchauffement climatique global pourrait favoriser l'étendue de son aire de distribution en altitude. L'activité des tiques est liée à la température, celle-ci étant fortement réduit en-dessous de 5-7°C et au-dessus de 25°C¹⁶. Les tiques entrent en hibernation lorsque la température est inférieure à 0°C. Selon les différentes projections climatiques, on pourrait s'attendre à une survie plus importante des tiques en hiver avec le réchauffement mais une activité moindre des tiques en été avec l'augmentation de la température et des vagues de chaleur mais plus importante au printemps et en automne. Le taux d'humidité idéal pour l'activité des tiques est de 80 à 85%. Depuis le début des années 1990, le nombre de cas de la maladie de Lyme n'a cessé d'augmenter. Cette augmentation peut avoir plusieurs causes, mais des chercheurs suédois ont montré que l'augmentation du nombre de tiques, vecteurs de la maladie, entre 1960 et 1998 étaient corrélées avec une augmentation des températures minimales journalières. Cela suggère que le changement climatique pourrait dans le futur contribuer à l'augmentation du nombre de cas en Belgique [6]. Les **maladies à tiques** sont entre autres les suivantes : **maladie de Lyme, encéphalite à tique, fièvre Q (ou coxiellose), rickettsioses (dont la fièvre boutonneuse, le typhus), anaplasmose (ehrlichiose), babésiose (ou piroplasmose), tularémie, fièvre à tiques du Colorado, fièvre hémorragique à syndrome rénal, fièvre hémorragique d'Amérique du Sud**.

Les moustiques sont sensibles à la chaleur et à l'humidité. En effet, ils préfèrent des températures situées entre 15 et 30 °C et une humidité relativement élevée. Les moustiques attaquent donc principalement les mois d'été fin d'après-midi et après le coucher du soleil, ainsi que tôt le matin et après la pluie. Puisque le moustique a besoin de chaleur et d'humidité pour se reproduire, une augmentation des précipitations au printemps associées à des

¹⁶ <http://www.maladies-a-tiques.com/Prevention.htm>

températures plus élevées pourraient favoriser la prolifération des moustiques. Mais cette prolifération dépend également beaucoup de la gestion des petits réservoirs d'eau par les personnes (eau stagnante), comme la récolte d'eau de pluies, les petites marres et les bassins d'eau, les pots de fleurs,... Les projections sèches seraient donc, en théorie, en faveur d'une prolifération importante des moustiques alors que si l'on considère les projections moyennes et humides qui montrent une diminution des précipitations et de l'humidité au printemps et en été, la prolifération des moustiques dans le futur est incertaine mais est déjà en cours. Concernant les maladies liées aux moustiques, aucune conclusion concernant les projections ne peut donc être tirée aujourd'hui. Les **maladies à moustique** sont entre autres le **Chikungunya, West Nile Virus, fièvre jaune, Malaria, dengue, fièvre de la vallée du Rift, filariose de Bancroft (ou éléphantiasis), encéphalite japonaise**.

Les phlébotomes (ou mouches des sables) sont observés entre avril et septembre. Le cycle interne du développement du phlébotome nécessite une température comprise entre 22 et 30 °C. Les phlébotomes pourraient devenir plus abondants dans le futur et leur aire de répartition pourrait s'accroître, avec comme conséquence une augmentation de l'incidence des leishmanioses. Les **maladies à phlébotomes** reprennent **les leishmanioses**.

D'autres maladies à vecteur peuvent être influencées par le climat, comme par exemple la **maladie du sommeil (trypanosomiase)**.

5.3.3 Le développement des maladies liées à la contamination de la nourriture et à la sûreté alimentaire

Les conséquences du changement climatique sur les maladies liées à la nourriture sont plus facilement quantifiables puisqu'elles sont liées directement à la hausse de la température d'une part et à la hausse des précipitations (et inondations) d'autre part [17]. **L'augmentation de la température, des précipitations et des inondations pourrait augmenter l'incidence des contaminations de l'eau par des pathogènes et des produits chimiques.**

Selon Besancenot (2007) [17], dès que le thermomètre dépasse les 7.5°C, un lien fort a pu être établi entre le nombre d'infections d'origine alimentaire d'une semaine donnée et la température extérieure des 4 à 5 semaines précédentes.

En ce qui concerne *Salmonella*, elle se multiplie à un rythme directement proportionnel à la température ambiante, surtout lorsque celle-ci dépasse 5 à 7°C. La prévalence des toxico-infections alimentaires peut augmenter de 5 à 12.5% chaque fois que la température moyenne hebdomadaire gagne 1°C [17]. Cinquante-et-un pourcent des manifestations de maladies liées à la qualité de l'eau ont été précédées par des précipitations supérieures au 90^{ème} percentile, et 68% des manifestations par des précipitations supérieures au 80^{ème} percentile entre 1948 et 1994 aux USA [18]. Les manifestations liées à la contamination des eaux de surface ont montré une association forte avec des précipitations extrêmes durant le mois de ces manifestations. Pour les événements liés à la contamination des eaux souterraines, un délai de 2 mois a été observé [19]. Des analyses plus récentes plaident toujours en la faveur qu'une augmentation dans la fréquence et la sévérité des événements de précipitation extrêmes induit par le changement climatique provoquera un risque de maladies liées à la contamination de l'eau et de la nourriture pour les groupes les plus vulnérables comme les très jeunes enfants (< 1 an), les personnes âgées (> 65 ans) et les personnes immunodéprimées [20].

5.3.4 Le développement des maladies liées à la qualité de l'eau

La relation entre l'eau et les infections n'est pas assez claire. Dans le futur, avec une augmentation des températures, **il pourrait y avoir une augmentation de cas liés à Legionella, aux cyanobactéries, aux algues bleues et aux amibes** (Naegleria).

Si une augmentation des précipitations se confirme, la pollution de l'eau par des matières fécales et par des pesticides liée aux inondations devrait empirer, et par conséquent les maladies liées à ceci également (cancers, maladies mentales,...).

5.3.5 Le développement des maladies liées aux UV

L'aspect positif d'une augmentation de l'exposition aux UV est la diminution du *Cryptosporidium* dans l'eau ainsi que des autres organismes émergents (résistants au chlore).

La diminution de la couche d'ozone, observée à grande échelle, augmente le rayonnement d'UV solaire, biologiquement néfaste pour la santé, qui atteint la surface de la terre. Ces rayonnements UV ont plusieurs conséquences néfastes pour l'homme, dont la première est le cancer de la peau. Une étude menée sur les performances de la Convention de Vienne de 1985 a démontré que si celle-ci n'était pas suivie, l'incidence des cancers de la peau pourrait augmenter d'un facteur 4 d'ici 2100, ce facteur pourrait être réduit de moitié, voire plus, si les pays suivent les recommandations de la Convention de Vienne [21].

5.3.6 Le développement des maladies mentales et les désordres liés au stress

En causant ou en contribuant aux événements climatiques extrêmes, le changement climatique pourrait causer des déplacements géographiques de populations, des dégâts matériels, la perte de membres de personnes proches, et un stress chronique. Tout cela pourrait avoir un effet négatif sur la santé mentale de l'être humain [1]. En effet, les personnes âgées et autres personnes les plus sensibles à la chaleur doivent s'isoler de la chaleur et de ce fait, cela pourrait entraîner une augmentation des dépressions chez ces personnes. De plus, de façon générale, la chaleur influence le sommeil en ce sens que l'on dort moins s'il fait trop chaud. Ceci aura des répercussions sur le travail et la santé de chacun.

Le changement climatique, ainsi que les tentatives d'atténuation et d'adaptation, pourrait augmenter le nombre de maladies neurologiques et autres problèmes chez les hommes [1].

5.3.7 Les maladies (potentiellement) émergentes

Une série de maladies zoonotiques pourraient émerger ou ré-émerger en Wallonie dans le futur, en lien avec le changement climatique, telles que la maladie du sommeil, la peste bubonique, la maladie de Chagas, l'anaplasmose, la dengue, le **virus West Nile**, la fièvre boutonneuse, la tularémie, la **fièvre de la vallée du Rift**, le syndrome pulmonaire à Hantavirus, la fièvre hémorragique avec syndrome rénal, les fièvres hémorragiques de l'Amérique du Sud, la variole du singe (virus Monkeypox), l'encéphalite à virus Nipah, la fièvre hémorragique de Marburg, la fièvre hémorragique Ebola,...

D'autres maladies pourraient également émerger ou ré-émerger ou s'aggraver en Wallonie, telles que le choléra, Chikungunya, les complications de la lithiase urinaire, des problèmes mentaux,...

6 Pistes pour l'adaptation

6.1 Les effets directs du changement climatique sur la santé

En ce qui concerne les impacts directs (chaleur), il ne faut pas négliger les capacités d'adaptation du corps humain. En effet, en cas d'augmentation progressive de la température, le corps est capable de s'adapter à ce changement [22]. Les réponses physiologiques et comportementales de l'être humain face à l'augmentation des températures auront un effet significatif sur la diminution de la mortalité estimée dans les années 2080. Cependant, une étude allemande a observé que dans les grandes villes, telles que Berlin (et en particulier dans les secteurs urbanisés les plus denses), les taux de mortalité étaient plus élevés durant les fortes vagues de chaleur qu'ailleurs [22].

En conclusion, des mesures d'adaptation doivent être développées, en particulier dans les zones urbaines, dans le but de faire face à ces augmentations prévues du nombre de jours de vagues de chaleur, et également en tenant des populations à risque (personnes âgées, enfants en bas âges, personnes cardiaques, personnes asthmatiques ou souffrant de bronchite chronique, personnes handicapées, personnes souffrant d'une maladie psychiatrique, personne souffrant d'une maladie du système nerveux central (Parkinson, Alzheimer, démence), personnes pauvres, personnes isolées socialement, personnes qui accomplissent des efforts intenses dans le cadre de leur travail ou d'une activité sportive).

Dans ce sens, il existe en Belgique un plan fédéral « vague de chaleur et pics d'ozone »¹⁷. Celui-ci est déclenché lorsque la température moyenne, diurne et nocturne, oscille entre 18°C et plus de 30°C pendant trois jours consécutifs. Ce plan se compose de 3 phases¹⁷ :

1. La phase de vigilance du 15 mai ou 30 septembre ;
2. La phase d'avertissement qui s'enclenche lorsqu'un certain nombre de critères sont atteints parmi les prévisions météorologiques à 5 jours, les mesures d'ozone journalières et les prévisions d'ozone à 2 jours ;
3. La phase d'alerte lorsque la concentration horaire moyenne en ozone atteint 240 µg/m³.

Les recommandations principales sont les suivantes : lorsque le seuil de concentration d'ozone autorisé est dépassé, les personnes les plus sensibles (personnes âgées, asthmatiques, souffrant de problèmes respiratoires et jeunes enfants) doivent éviter de :

- sortir de la maison ;
- fournir des efforts physiques ;
- ouvrir les fenêtres aux heures les plus chaudes de la journée (entre 12 et 22 h) ;

Pour profiter pleinement des joies de la canicule, il faut veiller à prendre quelques précautions utiles telles que :

- boire beaucoup, de préférence de l'eau ;
- s'exposer le moins possible au soleil et s'en protéger avec une crème solaire ;

¹⁷ www.health.belgium.be/filestore/8108413_FR/plan%20HOP_FR2010.pdf

- rester chez soi et fermer fenêtres et volets aux heures les plus chaudes ;
- aérer durant la nuit lorsque les températures sont plus fraîches.

En conclusions :

- Au niveau de la législation, on pourrait :
 - Construire des réglementations, faciliter l'accès aux installations sanitaires ;
 - Fixer des normes pour ces réglementations, comme par exemple :
 - L'isolation thermique (qui est utile également contre le développement de champignons, moisissures),
 - La ventilation (les maisons de repos ont besoin d'adaptations telles que l'amélioration de la ventilation et il faut aider les citoyens en fixant des repères pour l'achat de climatiseurs et de systèmes de rafraîchissement),
 - Chaque réglementation aurait besoin d'intégrer l'importance de la disponibilité de pièces fraîches.
 - Développer des villes « équilibrées » en incluant des espaces verts (N.B. : cela pourrait également avoir pour conséquence d'augmenter la chance de survie pour les vecteurs...) ;
 - Avoir une liste mise à jour des personnes vulnérables ;
 - Etablir des mesures favorisant les changements de rythme de vie en temps de canicules (horaires de travail et d'ouverture) :
 - révision des arrêtés sur les horaires d'ouverture des établissements publics et privés ;
 - révision des règlements intérieurs et contrats de travail (écoles, entreprises, administration) pour permettre l'adaptation des horaires en période de canicule
 - Etablir de nouvelles normes urbanistiques en ce qui concerne les nouvelles constructions avec une constante bio-climatique présente (orientation des rues, végétalisation, volants thermiques, isolation renforcée, rafraîchissement naturel,...) ;
 - Lutter par tous les moyens contre les formes énergivores de climatisation dans les bâtiments publics et privés : politique d'aides à l'investissement, cahiers des charges stricts pour les bâtiments publics et privés bénéficiant de soutiens publics, limitation de la vente tous azimuts de climatiseurs (mais plutôt installation de pièces au Nord pour la fraîcheur)...
- Au niveau technique, on pourrait améliorer les conditions des constructions (maisons), des immeubles publics, de l'urbanisme, de la climatisation (pièces fraîches).
- Au niveau de l'éducation des personnes, on pourrait :
 - Etablir des systèmes d'alerte, de monitoring et de surveillance. Par exemple développer un indice de lourdeur (« muggy index ») ;
 - Améliorer la communication, telles que des campagnes de sensibilisation dans les écoles (ventilation des classes) et le développement de cartes de risque ;

- Mettre en place une liste de volontaires (citoyens, scouts et guides) qui soient entraînés pour des services de santé. Il faudrait également développer un sens de la solidarité et du volontariat.
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait :
 - Adapter les vêtements que l'on porte au climat, faire attention aux autres (en particulier les personnes âgées et les enfants), diminuer les risques de déshydratation ;
 - Aider les personnes âgées en maintenant leur qualité de vie (attention au fait que les personnes âgées devront rester à l'intérieur de leur maison et de ce fait, leurs contacts sociaux pourraient diminuer). Il faut donc faire attention aux aspects socio-économiques et sociaux. Notons que les femmes sont plus susceptibles lors des vagues de chaleur.

Les mesures prises dans le plan fédéral « vague de chaleur et pics d'ozone » doivent être poursuivies.

Des recherches devraient se concentrer sur le développement d'outils permettant de définir les facteurs de risque environnementaux, d'identifier les populations vulnérables et de développer des stratégies de communication efficaces des risques et de prévention.

D'autres recherches doivent se porter sur l'innovation technologique utilisant des processus et des matériaux qui augmentent l'efficacité énergétique et diminuent la pollution.

Les besoins de recherche, en matière de prévention des maladies cardiovasculaires et des AVC portent sur les conséquences, au niveau cardiovasculaire, des températures plus élevées, des vagues de chaleur, des événements climatiques extrêmes, et des changements de la qualité de l'air. Cette information devrait ensuite être utilisée pour le développement de modèles d'évaluation du risque sur la santé, de systèmes de signaux d'alerte précoce, de stratégies de communication de santé ciblant les populations vulnérables ainsi que la prise de décisions concernant l'utilisation des sols, et des stratégies permettant d'arriver aux buts fixés concernant la qualité de l'air.

6.2 Les effets indirects du changement climatique sur la santé

6.2.1 Le développement des maladies liées à la qualité de l'air

Il existe, en plus du plan fédéral « vague de chaleur et pics d'ozone » repris ci-dessus, en cas de pics de pollution, le Plan d'action « Air-Climat » de l'AWAC¹⁸. Celui-ci a mis en place:

- Un plan d'actions concrètes, comme la limitation de vitesse à 90 km/h sur toutes les autoroutes belges ;
- Une procédure d'alerte : par exemple possibilité pour le citoyen d'être prévenu gratuitement, par sms, de pics de pollution.

En plus de ce plan d'action, il existe la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE) qui nous informe sur la qualité de l'air (historique et prévisions), en termes d'ozone, de particules fines, de NO₂ et autres.

¹⁸ <http://www.liege.be/telechargements/pdf/environnement/l-abc-de-l-environnement/plan-action-pics-de-pollution.pdf>

Les atténuations et les adaptations peuvent réduire les risques de maladies liées à la qualité de l'air de manière significative. Les mesures prises dans le plan d'action « Air-Climat » de l'AWAC doivent donc être poursuivies.

En termes d'adaptation contre les smogs, voici les propositions :

- An niveau de la législation : poursuivre les initiatives prises dans le plan fédéral « vague de chaleur et pics d'ozone » et dans le plan d'action « Air-Climat » de l'AWAC.
- Au niveau technique, on pourrait améliorer le transport public en facilitant les conditions d'accès au transport public et son confort en été (surtout lors des canicules avec l'air conditionné) et en hiver (mettre des pneus neige aux bus par exemple). Notons que les transports en commun du groupe TEC sont gratuits lors des pics d'ozone. Attention également à l'adaptation des infrastructures de transport par rapport à l'augmentation des jours de fortes chaleur/canicule. De plus, on pourrait continuer à diminuer les émissions des voitures ;
- Au niveau de l'éducation des personnes, on pourrait continuer à encourager les campagnes d'information, et les systèmes surveillance et d'alerte smogs.
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait continuer à encourager le co-voiturage (par exemple en augmentant le nombre de parkings spéciaux pour les personnes qui font du co-voiturage).

En termes d'adaptation contre les allergies, voici les propositions :

- Au niveau de la législation, on pourrait établir des directives concernant l'utilisation des sols et la culture des zones vertes.
- Au niveau technique, on pourrait améliorer les adaptations concernant l'utilisation des sols et installer des systèmes de ventilation avec des filtres.
- Au niveau de l'éducation des personnes, on pourrait :
 - Continuer à encourager les campagnes d'information (par exemple dans les écoles) ;
 - Intégrer les informations météorologiques avec les informations sur le pollen ;
 - Installer des nouveaux monitorings (par exemple la dispersion spatiale de l'ambrosie) et des nouveaux systèmes d'alerte.
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait encourager l'installation d'un traitement médical précoce et une diminution de l'exposition.

Les **besoins de recherche** portent sur la relation entre le changement climatique et La composition des mélanges des polluants dans l'air (p. ex. comment cela influencera le taux de pollen dans l'air et comment d'autres effets du changement climatique affectent la sévérité de l'asthme) afin de produire des modèles pour identifier les populations à risque. De tels outils permettront de comprendre les risques de maladie et sont donc des composants indispensables au développement d'une communication efficace des risques et à l'identification des messages cibles à donner aux populations à risque.

6.2.2 Le développement des maladies à vecteur et des zoonoses

Il existe des plaquettes informatives sur la bronchiolite, l'echinoccocose alvéolaire humaine, l'hantavirose, l'hépatite A, les intoxications alimentaires, la légionellose, la lpetospirose, la listériose ainsi que la maladie de Lyme et autres maladies transmises par les tiques

(anaplasmose et encéphalite à tique), mises en ligne par l'ISP et disponibles sur demande, sur le site suivant : <http://www.iph.fgov.be/epidemie/epifr/index8.htm>

Il existe également une liste de maladies à déclaration obligatoire afin de contrôler l'évolution de ces maladies. La liste est disponible sur le site du ministère de la Communauté française¹⁹. Les zoonoses à déclaration obligatoire sont les suivantes : brucellose, leptospirose, *Echinococcus multilocularis*, psittacose, fièvre Q, trichinose, charbon, rage, typhus, tularémie.

En termes d'adaptation, voici les propositions :

- Au niveau de la législation, on pourrait :
 - Améliorer l'accès aux équipements sanitaires. Si c'est possible/nécessaire, des programmes de vaccination devraient être envisagés ;
 - Etablir un plan de gestion de la nature.
- Au niveau technique, on pourrait :
 - Améliorer les systèmes de contrôle des vecteurs et les adaptations concernant l'utilisation des sols (par exemple éviter les étangs et marres) ;
 - Mettre en application un système de surveillance épidémiologique (par exemple suivre la dispersion d'espèces exotiques) ;
 - Développer des vaccins.
- Au niveau de l'éducation des personnes :
 - On pourrait soutenir les campagnes d'information et les plaquettes informatives déjà mises en place et mener d'autres nouvelles campagnes d'information (information sur la gestion des réservoirs d'eau dans les jardins,...). On observe des changements dans l'espace de l'air de distribution de certains vecteurs qui nécessitent une surveillance et la mise en place de systèmes d'alerte (par exemple en ce qui concerne les moustiques, *Aedes aldopictus* et *japonicus* plus problématique que l'*Anopheles* (vecteur de malaria) et nécessite un monitoring (systèmes de vigilance/d'alarme précoce). Ces moustiques sont seulement limités lors de températures très basses) ;
 - Des taxonomistes expérimentés sont nécessaires ;
 - Des études dans le but d'estimer le fardeau des maladies à vecteur en Wallonie doivent être faites ;
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait adopter un comportement limitant l'exposition, par exemple aux tiques, via une auto-inspection des morsures.

La recherche pourrait :

- Etudier la relation complexe entre les vecteurs, le climat et les autres facteurs qui ne permet pas une bonne compréhension des conséquences futures du climat sur les vecteurs. Le choix de bonnes études épidémiologiques sur les effets des vecteurs ainsi que de leurs hôtes pourrait devraient être soutenues ;

¹⁹ http://www.sante.cfwb.be/fileadmin/sites/dgs/upload/dgs_super_editor/dgs_editor/documents/Publications/Sante_en_Communaute_francaise/Flash3.pdf

- Mettre en place un suivi des espèces de moustique (comme fait dans le programme Modirisk) et suivre les espèces invasives avec une analyse des voies d'entrée comme le commerce de pneus ou des plantes pour les marres ;
- Améliorer l'infrastructure de contrôle des agents pathogènes et de leurs vecteurs existant, incluant l'identification des vecteurs et des hôtes ;
- Intégrer l'homme dans les systèmes de surveillance de santé animale ;
- Inclure des études écologiques pour mieux comprendre la relation entre les vecteurs et le climat et procurer de meilleurs modèles prédictifs ;
- Améliorer les stratégies de communication et de prévention des risques.

6.2.3 Le développement des maladies liées à la contamination de la nourriture et à la sûreté alimentaire

Les maladies à déclaration obligatoire en Belgique et qui causent des intoxications alimentaires sont les suivants : *Campylobacter*, *Salmonella*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella*, *Listeria*, *Escherichia coli* entérohémorragique et/ou syndrome hémolytique urémique, botulisme.

En termes d'adaptation, voici les propositions :

- Au niveau de la législation, on pourrait s'assurer du respect des normes en ce qui concerne l'industrie alimentaire. Les contrôles de la température dans la chaîne de distribution alimentaire devraient être intensifiés, au niveau des industries de production d'aliments mais surtout au niveau des revendeurs à la fin de la chaîne de distribution alimentaire (p. ex. les vendeurs de glace,...).
- Au niveau technique, on pourrait :
 - Encourager les systèmes de purification de l'eau potable existants et s'assurer du respect des règles liées aux systèmes de purification. Il en est de même pour les systèmes de distribution d'eau.
- Au niveau de l'éducation des personnes, on pourrait :
 - Renforcer les campagnes d'information ;
 - Continuer le monitoring des maladies liées à la contamination de la nourriture et établir un système d'alerte.
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait continuer à encourager une certaine hygiène et à adapter un comportement réactionnel.

Les recherches sont nécessaires dans ce domaine incluent :

- Une meilleure compréhension de la façon dont les changements au niveau de l'agriculture et la pêche pourraient influencer la disponibilité de la nourriture et la nutrition ;
- Une meilleure surveillance des agents responsables de maladies ;
- Une identification et une cartographie des chaînes alimentaires complexes et des espèces sentinelles qui pourraient être vulnérables face au changement climatique.

Ces recherches pourraient être utilisées pour préparer les secteurs de santé publique et de soins de santé pour les nouvelles maladies, les besoins de surveillance différents et

l'augmentation de l'incidence de maladies, ainsi que le développement d'une assistance plus efficace aux communautés touchées par ces maladies. D'autre part, les recherches devraient étudier la relation entre le développement de l'homme et les adaptations face au changement climatique, telles que les changements au niveau de l'agriculture et de la pêche qui pourraient avoir une incidence sur la disponibilité de la nourriture, l'augmentation de l'utilisation de pesticides utilisés pour contrôler l'expansion de l'étendue de certains vecteurs de maladies, et la prévention du versement des sites de déchets toxiques dans les eaux de crue durant les événements climatiques extrêmes, de sorte que les conséquences sur le développement de l'homme peuvent être évitées.

6.2.4 Le développement des maladies liées à la qualité de l'eau

La légionellose est une maladie à déclaration obligatoire en Belgique.

En termes d'adaptation, voici les propositions :

- Au niveau de la législation, on pourrait :
 - Etablir des directives concernant l'utilisation des sols et la culture des zones vertes ;
 - S'assurer du respect des règles et des directives existantes en ce qui concerne la qualité de l'eau potable ainsi que la qualité de l'eau des piscines ;
 - Continuer à limiter la pollution des sols et réduire l'émission de substances toxiques ;
 - Améliorer la percolation ;
 - Etablir des plans de percolation efficaces (qui seraient également efficaces contre les algues bleues et les habitats de reproduction des larves de moustique).
- Au niveau technique, on pourrait :
 - Améliorer les adaptations concernant l'utilisation des sols et développer des systèmes avec des filtres à eau.
 - Des systèmes de percolation.
- Au niveau de l'éducation des personnes, on pourrait :
 - Des campagnes d'information, un monitoring et des plans d'alerte ;
 - Une meilleure compréhension des voies d'infections ;
- Au niveau culturel/comportemental, on pourrait encourager l'installation d'un traitement médical précoce et une diminution de l'exposition.

Des recherches devraient se concentrer sur le fait de comprendre dans quels sens les changements au niveau du flux d'eau vont survenir, comment l'eau interagira avec les eaux d'égout au niveau de l'approvisionnement des eaux de surfaces et souterraines ainsi qu'avec les systèmes de distribution d'eau potable, quelles sources d'eau pourraient devenir contaminées, et comment prédire et prévenir au mieux l'exposition de l'homme aux pathogènes liés aux eaux stagnantes et aux biotoxines.

6.2.5 Le développement des maladies liées aux UV

Suite à une diminution de la nébulosité dans le futur ainsi qu'à une augmentation des températures favorisant un habillement moins important des personnes, cela exposera de plus en plus l'homme aux UV. Les rayonnements UV ont plusieurs conséquences néfastes pour l'homme, dont la première est le cancer de la peau (autre que le mélanome en général). Une étude menée sur les performances de la Convention de Vienne de 1985 a démontré que si celle-ci n'était pas suivie, l'incidence des cancers de la peau pourrait augmenter d'un facteur 4 d'ici 2100, ce facteur pourrait être réduit de moitié, voire plus, si les pays suivent les recommandations de la Convention de Vienne [21]. Une des pistes d'adaptation en ce qui concerne le développement des maladies liées aux UV est donc de respecter les recommandations de la Convention de Vienne.

6.2.6 Les maladies (potentiellement) émergentes

Certaines maladies rares, voire très rares, dont la gravité sur le plan de la santé publique sont à déclaration obligatoire :

- Maladies d'importation à portée internationale : dengue, chikungunya, encéphalite à tiques, infection à Virus West Nile, fièvre jaune,... ;
- Maladies d'importation à potentiel épidémique : suspicion d'infection au H5N1 et H1N1 (ou autre sous-type d'influenza), choléra, SARS, variole, peste, fièvre hémorragique de Marburg/Ebola, fièvre de Lassa,... ;
- Malaria contractée en Belgique.

En termes d'adaptation, voici les constatations :

- L'**émergence** de (nouvelles) maladies est **incertaine** : à part l'épidémie de Chikungunya en Italie en 2007, **aucune invasion massive** de nouveaux vecteurs n'a encore été **observée** dans le passé, probablement parce que cela requière un processus d'évolution qui prend du temps (par exemple certains ont besoin d'une diapause, il y a aussi la compétition entre vecteurs,...) ;
- L'établissement de la malaria demanderait une invasion massive de nouveaux parasites.

Il existe également des **maladies animales émergentes** qu'il faut surveiller, selon l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA)²⁰, telles que :

- la maladie de la langue bleue, introduite en Belgique en 2006, qui concerne les bovins ;
- la fièvre du Nil occidental (fièvre du West Nile) présente dans le Sud de la France, en Italie et en Autriche et qui concerne de nombreux mammifères tels que l'homme, les chevaux et les oiseaux ;
- la fièvre de la vallée du Rift qui est transmise aux bovins, aux moutons et aux chèvres et qui peut être transmise à l'homme. Cette maladie sévit en Afrique de l'Est, de l'Ouest, du Sud et jusqu'en Egypte. Le principal risque est l'importation d'animaux vivants provenant d'un pays à risque en période d'activité des insectes vecteurs ;
- la peste équine transmise aux chevaux ;

²⁰ http://www.favv-afsca.be/publicationsthematiques/_documents/2009-04_MAE_Fr_S.pdf

6.3 Autres facteurs

D'autres facteurs peuvent jouer un rôle plus important que les facteurs climatiques ou **interagir** avec eux :

- Les facteurs socio-économiques (combinés ou non avec les changements climatiques) ;
- L'apparition de nouveaux hôtes ou le changement de l'aire de distribution d'hôtes existants, de nouveaux itinéraires de migration pour les oiseaux (par exemple influence sur *Legionella*) ;
- Les échanges/le comportement (par exemple d'avantages d'interactions avec les bois ou la nature, les activités de loisir) ;
- L'import/l'export : le bambou de la chance (Lucky Bamboo) importé et bien acclimaté dans nos régions, l'importation de moustiques dans des pneus (*Aldopictus*) ;
- La migration/les voyages.

Il faudra également **adapter les systèmes d'alerte de secours** et les préparer aux situations climatiques extrêmes et aux catastrophes.

Conclusions

Les effets du changement climatique sur la santé ne sont désormais plus à démontrer. Alors que tous les changements associés à ce processus ne sont pas pré-déterminés et fixés, les mesures que nous prenons aujourd'hui aideront certainement à modeler notre environnement dans les années à venir. L'augmentation des températures de quelques degrés dans le futur est très probable, nous devons donc nous y préparer et nous adapter aux effets sur la santé, certains étant prévisibles, d'autres moins voire pas du tout. Des actions efficaces pour atténuer peuvent réduire de manière significative les effets néfastes du changement climatique, dont certains sont déjà observés.

Il y a des besoins de recherches afin d'aider les activités directes d'adaptation et d'éclairer sur l'identification des stratégies d'atténuations prioritaires. Il faut donc classer les priorités en ce qui concerne les adaptations, en faisant recherches sur les problèmes de santé et des analyses coût-efficacité avant de décider les adaptations prioritaires car les budgets ne permettront pas de mettre tous les systèmes d'adaptation en place. Il faudrait donc en premier lieu étudier les problèmes de santé et les maladies en termes de gravité et de prévalence/incidence afin d'établir un classement des maladies pour voir lesquelles sont prioritaires. La deuxième étape serait de classer ses maladies en termes de santé afin de voir si le budget mis dans les pistes d'adaptations diminuera les conséquences du changement climatique sur la santé. Il faut donc dans cette étape mettre une priorité aux différents besoins de recherche. Il y a également un besoin urgent de créer en Wallonie un centre qui centralise les recherches qui sont faites (proactivité de la recherche) afin d'éviter des 'doublons' et de financer un maximum de sujets de recherche.

Par exemple, on doit se préparer à l'impact direct du changement climatique (augmentation des températures) sur la santé car il est très probable que cela arrivera, on doit mener des recherches écologiques pour les maladies à vecteur car leur évolution est incertaine, on doit se préparer à l'impact du changement climatique sur les maladies liées à la nourriture car il y a un lien direct entre le climat et ces maladies. Pour d'autres maladies et problèmes de santé, les impacts sont moins prévisibles mais une analyse plus approfondie peut donner une meilleure idée sur les besoins budgétaires.

7 Glossaire

Chikungunya : est une maladie infectieuse tropicale, due à un arbovirus, et transmise par des moustiques du genre *Aedes* (*Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*).

Indice de vieillissement de la population : est le rapport entre la population des personnes âgées de 60 ans et plus et la population des personnes âgées de moins de 20 ans. Il est construit sur la base des données au 1^{er} janvier de chaque année. Un indice supérieur à 100 indique que la part de 60 ans et plus dans la population est supérieure à celle des moins de 20 ans.

Leishmaniose : est une maladie chronique à manifestation cutanée et/ou viscérale due à des protozoaires flagellés appartenant au genre *Leishmania* de la famille des *Trypanosomatidae* et transmises par la piqûre de certaines espèces de phlébotomes, comprenant les mouches du genre *Lutzomyia* dans le Nouveau monde et *Phlebotomus* dans l'Ancien monde. La leishmaniose est une zoonose commune au chien et à l'homme (Tableau 3).

Paludisme : est une maladie infectieuse due à un parasite du genre *Plasmodium*, et propagée par la piqûre de certaines espèces de moustiques du genre *Anophèle*. Il existe 5 espèces de *Plasmodium* (*falciparum*, *vivax*, *ovale*, *malariae* et *knowlesi*).

8 Les sources bibliographiques

- 1 Portier CJ, Thigpen Tart K, Carter SR, Dilworth CH, Grambsch AE, Gohlke J, et al. A Human Health Perspective On Climate Change: A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Change. Research Triangle Park, NC:Environmental Health Perspectives/National Institute of Environmental Health Sciences. doi:10.1289/ehp.1002272. 2010.
 - 2 Bessemoulin P, Bourdette N, Courtier P, Manach J. La canicule d'août 2003 en France et en Europe. 2004. Report No.: 46.
 - 3 A.W.A.C. Plan d'actions en cas de pic de pollution par les poussières fines. 2009.
 - 4 Emberlin J, Laaidi M, Detandt M, Gehrig R, Jaeger S, Myszkowska D, Nolard N, rantio-Lehtimäki A, Stach A. Changement climatique et évolution du contenu llinique de l'air dans sept pays européens : exemple du bouleau. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 2007; **47**:57-63.
 - 5 Duvallet G. Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques. *Hydroécol Appl* 2006; **15**:87-96.
 - 6 van Ypersele JP, Marbaix P. Impacts of climate change in Belgium. Report commissioned by Greenpeace. 2004.
 - 7 Schaffner F, Van Bortel W, Coosemans M. First record of Aedes (Stegomyia) albopictus in Belgium. *J Am Mosq Control Assoc* 2004; **20**:201-3.
 - 8 Taglioni F, Duhamel S, Moullé F. Virus-sans-frontières. Le chikungunya dans le sud-ouest de l'océan Indien et au-delà. In: L'Harmattan, editor. Frontières en santé. Genèse et maillages des réseaux transfrontaliers.Paris: 2010. p. 249-66.
 - 9 Dekoninck W, Pollet M, Grootaert P. Composition and seasonal activity patterns of mosquito communities collected with malaise traps at Etang de Virelles Nature Reserve (Virelles, Hainaut), a migratory bird sanctuary and possible site for arbovirus transmission in Belgium. *European Mosquito Bulletin* 2010; **28**:213-24.
 - 10 Versteirt V, Schaffner F, Garros C, Deconinck W, Coosemans M, Van Bortel W. Introduction and establishment of the exotic mosquito species Aedes japonicus japonicus (Diptera: Culicidae) in Belgium. *J Med Entomol* 2009; **46**:1464-7.
 - 11 Clement J, Vercauteren J, Verstraeten WW, Ducoffre G, Barrios JM, Vandamme A-M, Maes P, Van Rast M. Relating increasing hantavirus incidences to the changing climate: the mast connection. *International Journal of Health Geographics* 2011; **8**(1).
 - 12 de Meeûs d'Argenteuil A. Les épidémies, brève histoire et anecdotes moins connues. 2003.
 - 13 Le Roy Ladurie. Fluctuations météorologiques : retentissements sur la vie et la santé humaines (XIVe - XXIe siècles). *Press Therm Climat* 144, 95-102. 2007.
- Ref Type: Journal (Full)
- 14 Degeest P BE. L'influence du climat sur les hospitalisations en psychiatrie. *Acta psychiatrica Belgica* 107[4], 61-69. 2007.

Ref Type: Abstract

- 15 Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, Kunst AE. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 french cities. *Epidemiology* 2006; **17**(75):79.
- 16 Huynen MMTE, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environmental Health Perspec* 2001; **109**:463-70.
- 17 Besancenot JP. Notre santé à l'épreuve du changement climatique. Delachaux et Niestlé ed. Paris: 2007.
- 18 Epstein PR. Marine Ecosystems: Emerging Diseases as Indicators of Change. Year of the Ocean Special Report on the Health of Oceans from Labrador to Venezuela. Boston, MA: Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School. 1998.
- 19 Curriero FC, Patz JA, Rose JB, Lele S. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health* 2001; **91**:1194-9.
- 20 Ebi KL, Mills DM, Smith JB, Grambsch A. Climate change and human health impacts in the United States: An update on the results of the U.S. National Assessment. *Environmental Health Perspectives* 2006; **114**:1318-24.
- 21 Slaper H, Velders GJ, Daniel JS, de Grijl FR, van der Leun JC. Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements. *Nature* 1996; **384**(6606):256-8.
- 22 Gabriel KMA, Endlicher WR. Urban and rural mortality during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental Pollution* 2011.