



ENSP

ÉCOLE NATIONALE DE
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES

Ingénieur du génie sanitaire

Promotion 2004

**Propositions de mesures de gestion
environnementales pour les domiciles
et établissements pour personnes
âgées ou handicapées afin de réduire
les risques liés à la canicule**

Eléonore NEY

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement Melle Sabine GLANDIER, maître de stage, qui m'a guidée avec enthousiasme pendant la réalisation de ce mémoire, qui m'a soutenue et qui a su se rendre toujours disponible.

Merci à tous les membres du service santé-environnement pour leur disponibilité, leur bonne humeur et leur accueil chaleureux.

Je tiens à exprimer ma gratitude à M. Bernard JUNOD pour son soutien et son aide tout au long de la réalisation de ce mémoire.

J'en profite pour remercier les enseignants de l'ENSP pour cette année de formation qui m'a beaucoup apporté.

Enfin, je voudrais remercier celles et ceux, particulièrement M. COCHET, M. RIBERON, Mme Laurence PESRIN, M. GILLOURY, Mme Laurence MANDEREAU BRUNO, Mme Sylviane ROGER, qui ont accepté de me rencontrer et qui m'ont fait part de leur expérience et de leur savoir.

Sommaire

Introduction	1
etat des connaissances	3
1.1 Une catastrophe exceptionnelle : l'épisode caniculaire d'août 2003	3
1.1.1 Une canicule marquée par des températures maximales et des minimales élevées	3
1.1.2 Une canicule accompagnée d'une pollution atmosphérique élevée	4
1.1.3 Définition d'une vague de chaleur	5
1.2 Les conséquences de la canicule	5
1.2.1 Effets sur la santé	5
A) Des conditions environnementales dangereuses pour la santé	5
B) Les effets directs de la chaleur	6
C) Les effets indirects de la chaleur	6
1.2.2 Surmortalité observée en France	6
A) Surmortalité fonction de l'âge et du sexe	7
B) Disparités géographiques	7
C) Surmortalité fonction du lieu de domicile	7
1.3 Identification des facteurs de risque	8
1.3.1 Les facteurs de risque individuels	8
1.3.2 Les facteurs de risque environnementaux	12
1.3.2 Facteurs architecturaux mis en évidence pendant la canicule d'août 2003	14
1.3.3 Les facteurs de risque liés à l'utilisation de l'habitat	15
1.4 Conclusion	15
2 Problématique et méthodologie	16
2.1 Problématique	16
2.2 Enjeux	17
2.2.1 Enjeux environnementaux	17
2.2.2 Enjeux sanitaires	18
2.2.3 Enjeux institutionnels	19
2.2.4 Enjeux démographiques	19
2.3 Méthodologie	20
2.3.1 Définir un référentiel de construction	20
2.3.2 Propositions de mesures de gestions environnementales	21
A) Propositions concernant les établissements	21

B) Propositions concernant les domiciles	21
3 Résultat : mesures environnementales concernant la conception du bâtiment	22
Référentiel de construction	22
3.1.1 Généralités pour tous les bâtiments	22
A) Conception du bâtiment idéal	22
a) Architecture	23
b) maîtrise de l'air au sein du bâtiment	29
Impact sanitaire de la climatisation : voir annexe 8.	33
B) environnement du bâtiment idéal	33
3.1.2 Spécificités pour les établissements pour PA et PH	35
3.2 Déclinaison aux bâtiments en réhabilitation	36
3.2.1 Généralités pour domiciles et établissement	36
3.2.2 Spécificités aux domiciles	37
3.2.3 Spécificités aux établissements	37
3.3 Déclinaison aux bâtiments neufs	38
3.3.1 Réglementation thermique RT 2000	38
3.3.2 Développement durable	39
3.3.3 Toitures végétales	41
4 propositions de mesures de gestion et discussion	43
4.1 Propositions de mesures de gestion pour les établissements pour personnes âgées ou handicapées	43
4.1.1 Possibilité d'agir au niveau du CROSMS	43
4.1.2 L'opportunité du contrat plan Etat- Région de 2006	43
4.2 Propositions de mesures de gestion pour les domiciles	45
4.2.1 Qu'est-ce que l'insalubrité	45
4.2.2 Mode d'intervention sur l'insalubrité	45
4.2.3 Quels sont les moyens des DDASS ?	46
4.2.4 Proposition de mesures	46
4.2.5 Discussion	46
4.3 Discussion	47
4.3.1 Les limites des recommandations sur l'habitat	47
4.3.2 Les limites de la partie sur la déclinaison du référentiel de construction aux bâtiments en réhabilitation	48
4.3.3 Concilier dépendance et aménagement des établissements pour personnes âgées et handicapées	49
4.3.4 Les limites de l'installation d'une pièce rafraîchie dans les établissements	49
conclusion	51
Bibliographie	53

<i>Liste des annexes</i>	57
ANNEXE 1	58
<i>Définition d'une vague de chaleur</i>	58
ANNEXE 2	60
<i>Indicateurs biométéorologiques</i>	60
ANNEXE 3	63
<i>Pathologies liées à la chaleur</i>	63
ANNEXE 4	66
<i>Le plan du Plan National Canicule</i>	66
ANNEXE 5	68
<i>Changement climatique prévu au cours du 21^{ème} siècle</i>	68
ANNEXE 6	71
<i>Qu'est-ce qu'une bonne isolation lors des chaleurs estivales ?</i>	71
ANNEXE 7	73
<i>Impact sanitaire de la climatisation</i>	73
ANNEXE 8	74
<i>photos</i>	74

Liste des sigles utilisés

- InVS : Institut de Veille sanitaire
- DGS : Direction générale de la santé
- PNC : Plan National Canicule
- INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale
- FR : facteur de risque
- IGAS : inspection générale des affaires sociales
- GMP :
- EHPAD : Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
- DRASS : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
- DRASSIF : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de l'Île de France
- CROSMS : Comité régional d'organisation sociale et médico-sociale
- CSTB : Centre scientifique et technique du bâtiment
- Afsse : Agence française de sécurité sanitaire environnementale
- APHP : assistance publique des hôpitaux de paris
- HQE : haute qualité environnementale
- DGAS : direction des affaires sociales
- PA : personnes âgées
- PH : personnes handicapées
- ADEME : agence de l'environnement et de maîtrise de l'énergie
- DDASS : direction départementale des affaires sanitaires et sociales
- OMS : Organisation mondiale de la Santé
- CHS : Comité d'hygiène et de sécurité

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Durée et caractéristiques des principaux épisodes de canicule observés à Paris depuis 1873.....</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 2 : les seuils biométéorologiques pour l'Ile de France.....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 3 : les effets directs de la chaleur.....</i>	<i>6</i>
<i>Tableau 4 : Nombre moyen de décès survenus entre le 4 et le 18 août, selon l'âge et le sexe.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 5 : structure par âge de la population en France entre 2000 et 2050.....</i>	<i>20</i>

INTRODUCTION

L'été dernier, au milieu du mois d'août, les Français horrifiés découvrent les effets meurtriers d'une canicule que nul n'avait prévue, et qui a frappé plus particulièrement les personnes les plus fragiles dans notre société, les malades, les handicapés, des patients sous certains traitements médicamenteux et, surtout, les personnes âgées, aussi bien à leur domicile que dans les maisons de retraite et les hôpitaux.

Ces personnes âgées sont disparues dans des conditions tragiques, frappées d'hyperthermie dans la solitude de leur domicile surchauffé ou dans les maisons de retraite excessivement vitrées et transformées en serres, accueillies dans un état trop souvent désespéré dans des services d'urgence débordés.

Bref, nos personnes âgées sont décédées, au cours de ces « journées de braise », malgré la mobilisation exceptionnelle des sapeurs-pompiers, des services d'urgence, des médecins, des infirmières, des aides-soignantes, des personnels des maisons de retraite, des services d'aide à domicile, des maires... dans des conditions inacceptables pour un pays comme la France.

Une des régions les plus touchées a été l'île de France. Le phénomène typiquement urbain d'« îlot de chaleur », sur lequel on reviendra dans le mémoire, y a rendu la chaleur particulièrement accablante.

Le fait est que la chaleur est considérée comme banale et c'est pourquoi un tel scandale a résulté de ce fait pourtant si « banal ». La chaleur est un phénomène physique naturel. C'est pourquoi on ne pense pas que l'impact de la chaleur sur la santé peut être mortel comme certaines substances chimiques par exemple.

Pourtant il y a bien eu des précédents climatiques survenus à l'étranger, notamment à Chicago, mais aussi en Europe (Athènes) et même en France en 1976 (6 000 morts dans l'indifférence générale), et aussi à Marseille en 1983.

Pour extrême et inédit qu'il ait été, un tel épisode est susceptible de se reproduire, compte tenu du réchauffement de la planète prévu par de nombreux experts.

C'est pourquoi il est urgent d'agir en conséquence. A la demande du Ministère de la Santé, de la Famille et des Personnes handicapées, une analyse de la situation a été faite et il en est ressorti qu'une certaine catégorie de la population était plus fragile pendant ces vagues de chaleur, entre autres les personnes âgées (et plus particulièrement les femmes) et les personnes présentant un handicap, surtout mental.

Une étude bibliographique ainsi que deux enquêtes nationales entreprises par l'InVS étudiant les facteurs de surmortalité chez les personnes âgées à domicile et en établissements lors de la canicule d'août 2003, montre que certains facteurs ont contribué à la surmortalité des personnes. Il s'agit :

- des facteurs individuels comme le sexe, l'âge, l'état de santé, la situation sociale...
- des facteurs environnementaux : pollution, agglomération urbaine, architecture et bâti

A la suite de ces rapports, des groupes de travail ont été constitués pour la préparation du plan Canicule, piloté par la DGS qui a été finalisé et présenté à la presse le 5 mai par le ministre de la santé.

L'essentiel de la réponse gouvernementale à une vague de chaleur repose sur les mesures visant d'une part à protéger les organismes de la chaleur et d'autre part à aider ou restaurer les fonctions physiologiques de lutte contre la chaleur.

Jusqu'ici le bâti n'a jamais été une priorité par rapport à l'impact sanitaire qu'il pouvait engendrer. On peut observer une évolution dans la construction mais cela est essentiellement dû à des raisons économiques et/ou de confort sans penser à d'éventuelles conséquences sanitaires. Ce n'est que suite à la canicule 2003 que le bâti peut devenir petit à petit un élément à prendre en considération. En effet, il a été vu que

certaines personnes peuvent subir une chaleur plus concentrée et durable par le fait de certains environnements particuliers, liés notamment aux conditions de vie et d'habitat. Pourquoi pas essayer de lier considérations économiques et/ou de confort à des « considérations sanitaires »?

De plus il est très important de prendre en compte les facteurs de risque puisqu'ils se situent sur le long terme. C'est en considérant ces facteurs qu'une alternative à la climatisation en masse est possible.

Ainsi, actuellement aucun programme de gestion environnementale axé sur le long terme n'a été mis en place.

C'est dans ce contexte que ce mémoire a été réalisé. Il s'inscrit dans une contribution de fond privilégiant une amélioration de la qualité de l'environnement à travers des propositions de mesures de type environnemental concernant l'architecture et les alentours des bâtiments. Il s'agit aussi bien des établissements accueillant les personnes âgées et les personnes handicapées que des domiciles.

Dans une première partie, un état des connaissances sur la canicule d'août 2003 sera réalisé. La problématique du mémoire, la méthodologie, ainsi que les enjeux auxquels le mémoire doit répondre, seront présentés dans une deuxième partie.

Puis une troisième partie développera les résultats sous la forme d'une élaboration d'un modèle de construction qui sera adapté spécifiquement aux domiciles et aux établissements pour personnes âgées et handicapées.

Enfin, dans une dernière partie, seront présentées les propositions de mesures environnementales, ainsi que la discussion.

1. ETAT DES CONNAISSANCES

En août 2003 a eu lieu un épisode caniculaire exceptionnel tant par son intensité que par sa durée, qui a touché la France pendant la première quinzaine d'août. Les conséquences sanitaires ont été catastrophiques : près de 15 000 morts.

Dans cette partie, il s'agit d'abord de resituer le contexte dans lequel ce mémoire a été réalisé en rappelant quelles ont été les caractéristiques de cette canicule, ses conséquences sanitaires et les facteurs de risque liés aux vagues de chaleur.

1.1 Une catastrophe exceptionnelle : l'épisode caniculaire d'août 2003

1.1.1 Une canicule marquée par des températures maximales et des minimales élevées

L'été 2003 a été exceptionnel, ainsi que l'a souligné M. Jean-Pierre Beysson, président directeur général de Météo France : « *La canicule a dépassé de très loin les températures enregistrées depuis 1873, par son intensité, son étendue géographique et sa longueur dans le temps, tant pour les températures minimales que pour les températures maximales* » (extrait du rapport de l'assemblée nationale ; audition du 19 novembre 2003 par la commission d'enquête) (1).

Les records absolus de température maximale ont été battus au cours des douze premiers jours d'août 2003 sur plus de soixante-dix stations météorologiques (d'un ensemble de cent quatre-vingt stations, échantillon représentatif des villes françaises). A partir du 4 août, des températures supérieures à 35°C ont été observées dans les deux tiers de ces stations météorologiques, réparties sur l'ensemble du territoire français. Des températures supérieures à 40°C y ont été observées dans 15 % des stations.

Dans cette période, il faut insister particulièrement sur les 11 et 12 août qui ont été deux jours tout à fait exceptionnels, intervenant à un moment où les conséquences cumulatives de la canicule étaient déjà très sensibles dans de multiples domaines. Le vent devenu très faible en fin de période les 11 et 12 août a eu également un double rôle :

- dans le domaine de la pollution : aux pics d'ozone particulièrement forts et permanents pendant cette période est alors venu s'ajouter un pic de dioxyde d'azote,
- en diminuant la ventilation et en accentuant donc encore le risque.

Cette canicule a aussi touché d'autres pays européens mais dans une moindre mesure. Seule l'Andalousie a connu une canicule plus sévère que la France, mais la population de cette région a une plus grande habitude des fortes chaleurs.

De plus, on a observé un faible écart entre les températures diurnes et nocturnes. C'est ainsi que la nuit, les minima ont quelquefois dépassé de 10 degrés la normale ; La chaleur extrême pendant plusieurs jours et le maintien de températures élevées la nuit sont des caractéristiques de l'été 2003 et expliquent que les personnes âgées aient été particulièrement touchées par les conditions météorologiques.

Comme l'a souligné le professeur San Marco (extrait du rapport de l'assemblée nationale ; audition du 04 février 2004 par la commission d'enquête) (1), il leur a manqué un repos nocturne réparateur qui leur aurait permis de mieux affronter la chaleur au cours de la journée.

Cas particulier : l'Île de France

Les conséquences sanitaires de la canicule en Île de France ont entraîné le choix de l'Île de France comme lieu de stage.

Paris a ainsi connu durant 9 jours consécutifs une température supérieure à 35°C, ceci pour la première fois depuis 1873 (3).

Les journées des 11 et 12 août ont ainsi battu les records absolus de température minimale à Paris : la valeur de 25,5°C a été atteinte, alors que le record précédent était de 24°C (juillet 1976). Enfin, depuis 1873, les cinq jours les plus chauds en température moyenne se situent entre le 4 et le 12 août 2003. Seul le record de température maximale n'a pas été battu (4).

Année	Durée de l'épisode de canicule*	Températures minimales**	Température moyenne**	Température maximale**
1911	5	19.2°C	27.7°C	36.2°C
1998	4(du 8 au 11 août)	18°C	28.1°C	37.3°C
2003	9(du 4 au 12 août)	23.4°C	30.8°C	38.1°C

Tableau 1 : Durée et caractéristiques des principaux épisodes de canicule observés à Paris depuis 1873

* Nombre de jours consécutifs pendant lesquels la température maximale a dépassé 35°C

** Pendant les jours consécutifs où la température maximale a dépassé 35°C

Source : Météo-France

1.1.2 Une canicule accompagnée d'une pollution atmosphérique élevée

Les anticyclones, favorables à un large ensoleillement, participent à la formation massive d'ozone en empêchant la dispersion des polluants. Aucune étude n'a, pour le moment, permis de mesurer l'impact exact de la pollution pendant la canicule de l'été 2003. Selon le rapport de la mission d'expertise et d'évaluation du système de santé conduite par Mme Françoise Lalande (5), le rôle joué par la combinaison de la chaleur et de la pollution ne semble pas parfaitement démontré et « *la surmortalité et la pollution ont été très différentes selon les régions sans qu'aucun parallélisme ne saute aux yeux* ». Mais il est de fait que les températures très élevées et les rejets de polluants ont entraîné une augmentation importante des niveaux d'ozone qui ont dépassé plusieurs fois le seuil¹ de 180 µg/m³.

Situation en Ile de France

Entre le 1er et le 14 août, à l'exception de la journée du 4 août, les niveaux d'ozone enregistrés ont dépassé pendant plusieurs heures le niveau d'information²(180µg/m³) en Ile-de-France, ce qui représente un record pour la période 1995-2003. Ce record concerne non seulement le nombre de jours où le seuil d'information a été dépassé, mais

¹ De nombreuses études épidémiologiques ont associé les niveaux d'ozone urbains avec la mortalité. En France, le programme PSAS de l'InVS a ainsi estimé à 0,7 % la progression de la mortalité lorsque le taux d'ozone journalier sur 8 heures augmente de 10 µg/m³. Sur un plan réglementaire, la loi n° 96-1236 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 et ses textes d'application ont mis en place deux niveaux d'action en fonction des concentrations de polluants mesurées. Le premier des deux niveaux est le seuil d'information, à 180 µg/m³ en moyenne horaire, seuil au-delà duquel une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories sensibles de la population. Il conduit à une information de celle-ci quand il est atteint sur deux stations de mesure à moins de trois heures d'intervalle. Le deuxième seuil, dit seuil d'alerte, est de 360 µg/m³ en moyenne horaire, prochainement ramené à 240 µg/m³ avec les nouvelles directives européennes : il peut amener les autorités locales à pendre des mesures d'urgence pour réduire les émissions de polluants.

²En cas d'épisode de pollution par du dioxyde de soufre, du dioxyde d'azote ou de l'ozone, il existe un système d'alerte graduel qui comporte un niveau d'information du public déclenché à 180µg/m³ de moyenne horaire pour l'ozone (information des publics les plus vulnérables) et un niveau d'alerte déclenché à partir de 360µg/m³ de moyenne horaire (information et réduction de la vitesse de 30 km/h sur certaines voies, circulation alternée...)

aussi la continuité de ces dépassements : ainsi, dans l'agglomération, le seuil d'information a été dépassé pendant 4 jours de façon consécutive. Seules les valeurs records de concentration horaire d'ozone n'ont pas été battues à l'occasion de cet épisode (3).

1.1.3 Définition d'une vague de chaleur

Aucune définition consensuelle d'un épisode caniculaire n'est actuellement disponible. En annexe 1 sont présentées les différentes définitions et celle finalement retenue par le Plan national canicule, le PNC. En annexe 2 sont présentés le détail des seuils biométéorologiques dans chacun des départements.

L'indicateur biométéorologique est défini comme un couple de températures minimale et maximale. L'alerte d'une éventuelle canicule ne sera alors donnée que si ce couple est atteint dans au moins un des départements. Cette partie sera plus détaillée dans la partie 2.2 (9).

Plus particulièrement, les seuils biométéorologiques pour l'Ile de France permettant de définir une canicule et de donner l'alerte sont :

Paris	Les Hauts de Seine	Seine Saint-Denis	Val de Marne	Essonne	Le Val D'Oise	La Seine et Marne	Les Yvelines
21-31°C	21-31°C	21-31°C	21-31°C	20-34°C	19-34°C	18-34°C	20-33°C

Tableau 2 : les seuils biométéorologiques pour l'Ile de France

1.2 Les conséquences de la canicule

1.2.1 Effets sur la santé

A) Des conditions environnementales dangereuses pour la santé

La surmortalité associée à la persistance de températures extrêmement élevées pendant plusieurs jours d'affilée est un phénomène bien connu quoique quasiment absent de la littérature scientifique française. Les exemples de vagues de chaleur, même de courte durée, ayant entraîné une surmortalité importante ne manquent pas, tant en Europe qu'aux Etats-Unis. En règle générale, lors de ces épisodes, la surmortalité apparaît 24 ou 48 heures après le début de la vague de chaleur. Les caractéristiques des vagues de chaleur sont susceptibles de modifier leur effet sur la santé (3) :

- La durée de la vague de chaleur semble faire augmenter de façon exponentielle le nombre de victimes.
- La température minimale joue un rôle très important : lorsque les températures se maintiennent à un niveau supérieur à 20°C pendant la nuit, l'organisme ne peut pas récupérer et les vagues de chaleur sont alors particulièrement meurtrières.
- La température à partir de laquelle apparaissent les premiers décès surnuméraires dépend de la zone géographique concernée. Il semble, en effet, qu'il existe un phénomène d'acclimatation aux températures élevées.
- Enfin, la présence d'un tissu urbain continu, comme c'est le cas en Ile-de-France, semble susceptible d'augmenter les températures atteintes dans certaines zones pendant les vagues de chaleur et plus encore de maintenir des températures nocturnes élevées.

B) Les effets directs de la chaleur

Les effets non létaux de la chaleur peuvent être répartis en 4 niveaux de gravité (cf tableau , d'après la Croix-Rouge américaine) (3).

Niveau	Effet de la chaleur	Symptômes
Niveau 1	Coup de soleil	Rougeurs et douleurs. Dans les cas graves, gonflements, vésicules, fièvre, mal de tête
Niveau 2	Crampes	Spasmes douloureux, généralement dans les muscles des jambes et de l'abdomen, forte transpiration
Niveau 3	Epuisement	Forte transpiration, faiblesse, froideur et pâleur de la peau, peau poisseuse, pouls faible, température normale possible, évanouissements et vomissements.
Niveau 4	Coup de chaleur	Température du corps élevée $\geq 40.6^{\circ}\text{C}$, peau sèche et chaude, pouls rapide et fort, perte de conscience possible.

Tableau 3 : les effets directs de la chaleur

C) Les effets indirects de la chaleur

Les études épidémiologiques montrent que les vagues de chaleur se caractérisent, en effet, par une surmortalité par d'autres causes, notamment cardio-vasculaires, respiratoires et neurologiques. Contrairement aux décès par coup de chaleur, ceux-ci peuvent également survenir de façon décalée par rapport à l'épisode caniculaire, dans les semaines qui suivent. Les premières données du rapport INSERM confirment l'importance de cette surmortalité pour d'autres causes, notamment cardio-vasculaires, mais également urinaires. L'augmentation de la pathologie urinaire était déjà mentionnée dans le rapport Lalande avec un accroissement des recours aux soins pour coliques néphrétiques dès le début de la canicule.

En annexe 3, sont décrites les pathologies et les effets physiologiques de la chaleur.

1.2.2 Surmortalité observée en France

La mortalité observée cet été en France a été très supérieure à ce qu'elle avait été par exemple lors de la canicule de 1976, qui avait touché une grande partie du pays pendant environ 10 jours. Les conséquences sanitaires avaient alors été peu soulignées, mais la surmortalité avait pu être établie à 6 000 personnes environ. L'été avait été moins meurtrier, car la hausse de la température avait été plus progressive. Cependant, l'espérance de vie et le nombre de personnes âgées étaient également plus faibles (1).

Lors d'une première analyse, l'INSERM a estimé à **14 802 décès la surmortalité consécutive à la canicule entre le 1^{er} et le 20 août** en comparant, d'une part, les décès enregistrés et, d'autre part, ceux qui pouvaient être attendus, d'après la moyenne des décès recensés quotidiennement sur les étés 2000, 2001 et 2002. L'excès quotidien a augmenté régulièrement et massivement atteignant 1 200 décès le 8 août et près de 2 200 décès le 12 août, régressant à partir du 13 (11).

La période de surmortalité a étroitement épousé la période de canicule. Près de 6 000 décès ont été enregistrés sur 3 jours : les 11, 12 et 13 août ; 80 % d'entre eux sont concentrés sur 8 jours.

Au 12 décembre, pour la seule période de référence du 4 au 18 août, les chiffres montrent une mortalité légèrement supérieure, de 14 947 décès (11).

Ce sont donc, au total, près de 15 000 décès qui sont à déplorer du fait de la canicule.

Ce chiffre représente une augmentation de plus de 75 % comparativement à la moyenne des années précédentes pour la même période. Contrairement à ce que certains avaient exprimé à ce moment-là, il n'est pas possible de considérer qu'il s'agissait « de morts prématurées ». Les chiffres de la mortalité n'ont en effet pas marqué d'inflexion à la baisse pour les mois qui ont suivi.

A) Surmortalité fonction de l'âge et du sexe

Le tableau ci-dessous fait clairement apparaître une surmortalité importante globale à partir de 70 ans et une surmortalité des femmes par rapport aux hommes encore plus forte (+ 106,6 % contre + 65,9 % entre 70 et 85 ans et, surtout, + 121,4 % contre + 68,7 % pour les 85 ans et plus). Comme on le verra, dans le chapitre 2-, l'âge et le sexe ont été des facteurs discriminants importants dans les causes de mortalité en août dernier(1).

		Nombre moyen de décès entre le 4 août et le 18 août : de 2000 à 2002	Nombre moyen de décès entre le 4 août et le 18 août 2003	Différentiel	Différentiel %
Moins de 50 ans	Hommes	1 301	1 852	281	21,6
	Femmes	577	623	46	7,9
Entre 50 et 70 ans	Hommes	2 718	3 645	927	34,1
	Femmes	1 209	1 829	620	51,3
Entre 70 et 85 ans	Hommes	4 161	6 903	2 742	65,9
	Femmes	3 296	6 811	3 515	106,6
85 ans et plus	Hommes	2 077	3 505	1 428	68,7
	Femmes	4 439	9 826	5 387	121,4
TOTAL		19 777	34 724	14 947	75,6

Source : INSERM

Tableau 4 : Nombre moyen de décès survenus entre le 4 et le 18 août, selon l'âge et le sexe

B) Disparités géographiques

La surmortalité a, en général, été moins marquée dans les zones rurales, et les petites agglomérations. En revanche, elle s'est avérée sensible dans les villes de moyenne et de grande taille (environ + 40 %) et très forte dans la région parisienne (+ 141 %). Le drame de cet été semble être donc un phénomène essentiellement urbain (11).

C) Surmortalité fonction du lieu de domicile

Les augmentations de décès les plus importantes sont constatées dans les maisons de retraite (nombre de décès multiplié par 2,35), à domicile (nombre de décès multipliés par 2). Dans les hôpitaux, le nombre de décès a été multiplié par 1,6 et dans les cliniques privées, il a été multiplié par 1,3. Le même rapport précise que 42 % des décès ont eu lieu dans les hôpitaux, 35 % à domicile, 19 % dans les maisons de retraite ou hospices et 3 % en cliniques privées (11).

Cas particulier : l'Ile-de-France, région la plus touchée avec un tiers des décès

En effet, l'excès de décès dus à la canicule est, en Ile-de-France, évalué à 4 867 décès pour la période du 1^{er} au 20 août, ce qui représente 32,9 % de l'ensemble des décès attribués à la canicule en France. Durant cette période, le nombre de décès a, dans la région, été multiplié par 2,3 contre 1,6 en France métropolitaine et 2,0 dans la région Centre, deuxième région la plus touchée par les conséquences sanitaires de la canicule (3).

1.3 Identification des facteurs de risque

Cette partie porte sur les facteurs de risque (FR), individuels et environnementaux, pouvant moduler l'impact de la chaleur sur la surmortalité. Elle est issue d'une recherche bibliographique sur les facteurs de risque mais aussi issue des analyses réalisées à la suite de la canicule d'août 2003 en France et des résultats des deux enquêtes nationales menées par l'InVS étudiant ces FR à domicile et en établissement.

1.3.1 Les facteurs de risque individuels

A travers les différents articles et rapports produits suite à des épisodes caniculaires, il apparaît que le grand âge, l'état de santé et de dépendance, la prise de médicaments jouent un rôle aggravant.

La crise de cet été 2003 appuie ce constat et apparaît également comme un drame essentiellement urbain. Les chiffres pour Paris sont, à cet égard, significatifs. Les conditions du logement dans la capitale et l'isolement des personnes âgées ont été des éléments déterminants du drame (1).

Age

La littérature signale que les personnes âgées et les très jeunes enfants constituent les populations les plus à risque lors de la survenue de vagues de chaleur. Ces deux populations sont plus sensibles à la déplétion hydrique et possèdent des mécanismes de régulation thermique fragiles.

- *Personnes âgées*

La personne âgée n'éprouve la sensation de chaleur et ne ressent le besoin de se protéger qu'à partir d'une élévation de 5°C de sa température cutanée contre 0,5°C chez l'adulte ; le seuil de déclenchement de la sudation est également plus élevé, avec diminution du volume de la sécrétion sudorale en ambiance chaude (4). En outre, le besoin de boire est de moins en moins bien perçu avec l'âge, une déshydratation modérée entraînant peu ou pas de sensation de soif après 70 ou 75 ans (4).

En France, lors de la vague de chaleur de juillet 1983, la surmortalité durant la vague de chaleur a été plus importante chez les plus de 60 ans (+139 %) que chez les moins de 60 ans (+27 %) (8).

Lors d'une étude réalisée sur la mortalité journalière dans sept grandes villes des Etats-Unis entre 1988 et 1993, la surmortalité chez les personnes âgées de plus de 65 ans était de 5,6 % [1,2-10,2] et de 4,8 % [3,1-6,6] chez les personnes âgées de moins de 65 ans (12).

Deux vagues de chaleur se sont succédées dans le comté de Milwaukee (Wisconsin) aux Etats-Unis en 1995 et 1999. Ces vagues de chaleur ont entraîné 91 et 11 décès respectivement. La majorité des cas était âgée de plus de 65 ans lors des deux épisodes (67 % et 73 % respectivement) (12).

Lors de la vague de chaleur de juillet 1995 à Chicago, le rapport du nombre de décès par hyperthermie chez les plus de 65 ans à celui des moins de 65 ans s'établissait à 14,55

[11,92-17,77] ($p < 0,001$) (22). Pour la mortalité toutes causes, ce rapport, calculé sur les années 1992-1994, était de 9,42 [9,18-9,66] ($p < 0,001$).

La mortalité augmente avec l'âge : une étude réalisée à Séville montre qu'une augmentation de 1°C au-dessus du seuil de 41°C entraîne une augmentation de 38 % de la mortalité chez les personnes âgées de plus de 65 ans et de 51 % chez les personnes âgées de plus de 75 ans. Cependant une autre étude a mis en évidence une mortalité liée à la chaleur légèrement plus faible dans les classes d'âge 65-74 ans et 75-84 ans comparativement à la classe des 55-64 ans, dont l'explication pourrait être une exposition professionnelle à des températures élevées dans cette dernière classe d'âge (12).

Un excès de mortalité de 13 % a été observé chez les personnes âgées de moins de 65 ans lors d'une vague de chaleur survenue en Belgique pendant l'été 1994. A Chicago, durant la vague de chaleur de juillet 1999, 67 % des personnes décédées avaient plus de 65 ans contre 73 % en 1995 (12). Cette différence a été attribuée aux mesures de prévention mises en place en direction des personnes âgées après la vague de chaleur de 1995.

En ce qui concerne la vague de chaleur d'août 2003, le premier rapport d'étape de l'INSERM (11) montre que la surmortalité a surtout frappé les personnes de plus de 75 ans. Elle est alors très impressionnante, puisqu'elle varie de + 100 % à + 245 % selon les départements. La tranche d'âge des plus de 85 ans compte 37 % des personnes décédées, alors qu'ils ne représentent que 1,96 % de la population. Au total, entre le 4 et le 18 août 2003, 13 331 personnes de plus de 85 ans sont mortes, contre un nombre moyen de décès pour la même période, de 2000 à 2002, de 6 516 (soit une augmentation des décès de 105 %).

▪ *Enfants*

Les très jeunes enfants constituent aussi, a priori, des sujets à risque lors d'une vague de chaleur, notamment les enfants porteurs de pathologies comme les diarrhées, les infections respiratoires et certaines affections neurologiques. Cependant, l'information des parents sur ce sujet a permis de réduire considérablement la mortalité des enfants par rapport à celle observée au début du siècle (12). J.P Besancenot (2002) rapporte qu'aux Etats-Unis, entre 1979 et 1997, 4 % de la surmortalité a touché des enfants de moins de 15 ans et que les seules exceptions concernent les prématurés, les handicapés mentaux et les milieux défavorisés (4).

La vague de chaleur d'août 2003 n'a en revanche pas entraîné de surmortalité parmi les nourrissons (moins de 1 an) et les jeunes enfants, pas plus que cela n'avait été le cas en 1976 et à Marseille en 1983, grâce à la vigilance des parents (11).

Sexe

La surmortalité due aux vagues de chaleur touche différemment les hommes et les femmes selon les études.

D'une façon générale, alors que les femmes sont plus touchées en Europe, cette tendance est inversée aux Etats-Unis ou au Canada (13). Une vague de chaleur survenue en Angleterre et au Pays de Galles a été à l'origine d'une mortalité plus élevée chez les femmes (12). En France, la surmortalité observée lors de la vague de chaleur de 1983 était de +194 % chez les femmes de plus de 60 ans contre +86 % chez les hommes de même âge (18). En 1976, Hémon et Jouglu (2003) décrivent également une surmortalité à prédominance féminine chez les personnes âgées de plus de 75 ans (11). Il est à noter cependant que l'investigation de la vague de chaleur de Marseille a montré une surmortalité féminine chez les plus de 60 ans alors qu'elle touchait également les deux sexes chez les moins de 60 ans (de l'ordre de 27 %) (8).

Aux Etats-Unis, il est plutôt observé une surmortalité masculine. Lors de la vague de chaleur de juillet 1995 à Chicago, après standardisation, le sex-ratio homme-femme des décès par hyperthermie était de 2,53, ce même rapport étant de 1,91 [1,85-1,96] pour les années 1992-1994 ($p < 0,001$). En 2001, lors d'une vague de chaleur survenue dans quatre états des Etats-Unis 73 % des victimes étaient des hommes. Cependant, des

exceptions existent comme cette vague de chaleur de 1984 qui a tué principalement des femmes de plus de 65 ans vivant seules chez elles à New York (12).

En ce qui concerne l'été dernier plus particulièrement, le rapport de l'INSERM (11) confirme que **les femmes ont été beaucoup plus touchées que les hommes, avec des augmentations respectives de mortalité de 70 % et 40 %**. En ce qui concerne les personnes de 75 ans et plus, exposées à cinq jours de grande chaleur à Paris, la surmortalité a été de + 135 % pour les hommes et de + 257 % pour les femmes.

D'après M. Besancenot (2002)(4), ce déséquilibre est imputable à la féminisation croissante de la population âgée, mais aussi au fait qu'à partir d'un certain âge, les femmes présentent plus que les hommes des troubles de la thermorégulation. En revanche aucune explication convaincante n'a rendu compte d'une telle différence de part et d'autre de l'Atlantique.

Acclimatation physiologique

L'acclimatation physiologique des individus semble être un facteur important susceptible de moduler l'impact d'une vague de chaleur. L'adaptation à la chaleur se traduit par un abaissement de 34,5 à 32,7°C du seuil de température cutanée à partir duquel se déclenche la sudation, par une augmentation du volume de celle-ci et par une réduction de la perte en ions sodium par la sueur. De fait, ce sont souvent les premiers jours des grandes vagues de chaleur qui se révèlent les plus meurtriers et lorsque plusieurs périodes caniculaires se succèdent au cours d'un même été, la mortalité décroît au cours des vagues successives (12).

Prise de médicaments, de drogues, d'alcool

Les traitements par diurétiques, neuroleptiques (qui interfèrent avec les mécanismes de thermorégulation) ou par médicaments à propriétés anticholinergiques (atropine, spécialités à base de belladone, certains antiparkinsoniens, certains antihistaminiques, antidépresseurs tricycliques) constituent un facteur de risque lors d'une vague de chaleur. La consommation d'alcool pourrait également constituer un facteur de risque. Il a souvent été mis en cause. Il aurait multiplié le risque par quinze au Missouri en 1995, ce qui a été expliqué par une inhibition de la sécrétion de l'hormone antidiurétique et, donc par une relative déshydratation (J.P Besancenot, 2002)(4).

Des interrogations existent quant à l'impact des vagues de chaleur chez les usagers de drogues (4).

Etat de santé général

D'une manière générale, l'état de santé des personnes influe sur les effets des vagues de chaleur.

L'étude cas témoin réalisée suite à la vague de chaleur de l'été 1995 à Chicago a mis en évidence un risque accru de décès chez les sujets alités (odds ratio (OR) de 5,5 [2,5-12,1]), les sujets recevant des soins infirmiers à domicile (OR = 6,2 [2,9-13,4]) ainsi que ceux ayant perdu leur autonomie (OR = 4,1 [2,0-8,5]). Ces indicateurs permettent de définir des sujets dont l'état de santé peut être considéré comme médiocre et qui constituent une population particulièrement vulnérable. Les autres facteurs de risque identifiés par cette étude étaient principalement les antécédents de maladies cardiovasculaires (OR = 2,3 [1,5-3,6]), d'affections respiratoires (OR : 2,2 [1,0-4,9]) et psychiatriques (OR = 3,5 [1,7-7,3]). L'obésité pourrait être un facteur aggravant de la vulnérabilité au coup de chaleur (12).

Par ailleurs, la polyopathie, qui augmente fortement après 75 ans, est également un facteur de risque d'hyperthermie. Les personnes présentant des handicaps associés et/ou

des polyopathologies complexes sont également plus vulnérables. Or selon une enquête menée en 2000 par le centre de recherche, d'étude et de documentation en économie de la santé (CREDES), les personnes de 65 ans et plus déclaraient en moyenne être atteintes de 3,4 affections si l'on exclut les problèmes dentaires et de vue³. Malheureusement, il semble, d'après les déclarations du professeur San Marco devant la commission que peu d'analyses scientifiques aient été réalisées sur ces sujets⁴ (1).

Il est clairement montré dans la littérature que les troubles mentaux renforcent les risques. Les malades mentaux voient leur risque relatif de décès majoré en moyenne de plus de 30%, et parfois de 200%, lors des vagues de chaleur (J.P Besancenot, 2002)(4).

Cette sensibilité accrue ne s'explique pas uniquement par les effets secondaires des médicaments, puisqu'elle était déjà attestée vers 1950, avant l'introduction des psychotropes. La maladie mentale est, en elle-même, un facteur de surmortalité par temps chaud. L'amplification du risque peut procéder de la vulnérabilité physiologique, étant donné que les neurotransmetteurs impliqués dans la régulation de la température interne entrent aussi en jeu dans au moins deux processus pathologiques majeurs, celui de la schizophrénie et celui de la dépression. Elle résulte également du fait que nombre de patients ne prennent pas suffisamment conscience du danger représenté par la chaleur, ce qui les amène à des comportements inappropriés. Les jeunes adultes sont alors tout spécialement concernés : au Wisconsin en 1995, puis à Chicago en 1999, près de la moitié des moins de 65 ans victimes de la vague de chaleur souffraient de troubles mentaux, dépression comprise (12).

Remarque : bien que d'après la littérature, les personnes handicapées font parties des populations sensibles, il est vrai que l'été dernier, il n'a pas été observé de surmortalité. A cela, il peut y avoir plusieurs explications :

- les études épidémiologiques, entreprises suite à la canicule 2003, n'ont pas pris en compte ce critère mais plus le critère de l'âge, le sexe,...
- beaucoup d'handicapés sont en externat, et les établissements tournant au ralenti au mois d'août, beaucoup étaient en vacances à la charge de leurs proches. De plus, au sein même des établissements, les personnes handicapées sont beaucoup mieux entourées.⁵

Mode de vie et contacts sociaux

Semenza *et al.* (1996) ont montré que les modes de vie et les contacts sociaux constituaient des facteurs pouvant moduler l'impact d'une vague de chaleur. Ainsi les personnes vivant seules présentaient un risque accru de décès (OR : 2,3 [1,2-4,4]), l'interrogation des témoins a montré que les personnes ne vivant pas seules buvaient davantage et prenaient des bains (14).

Le fait de pouvoir se déplacer et quitter son domicile était un facteur protecteur (OR = 0,3 [0,1-0,5]) (14).

Lors de la vague de chaleur de 1999 à Chicago, 53 % des personnes décédées avaient eu un contact oral ou visuel avec un membre de leur famille dans la majorité des cas ou avec un travailleur social, le jour même ou le jour précédant la mort (15). Le risque de décès pour une personne vivant seule ou ne quittant pas son domicile quotidiennement était élevé : OR : 8,1 [1,4-48,1] et OR = 5,8 [1,5-22,0] respectivement (15).

³ CREDES : Enquête « santé, soins et protection sociale », 2000.

⁴ Audition du 4 février 2004.

⁵ Entretien avec un inspecteur des affaires sanitaires et sociales du service médico-social, secteur personne handicapées de la DRASSIF, rencontré le 24 mai 2004

Statut social

Différentes études ont montré que les catégories sociales ayant un revenu faible présentent un risque accru de décéder lors d'une vague de chaleur (13;15). Les différences de mortalité observées entre les ethnies dans les études américaines pourraient être liées aux différences de statut social entre communautés. Cela est confirmé par l'enquête InVS à domicile.⁶

En effet, l'odd ratio était de :

- pour employé -> 1.65
- pour artisan, commerçant, chef d'entreprise, agriculteur -> 1.73
- pour ouvrier et autres -> 2.75

1.3.2 Les facteurs de risque environnementaux

Les facteurs environnementaux concernent :

- d'une part l'environnement dans lequel les personnes se trouvent et ces facteurs caractérisent donc l'urbanisme
- d'autre part, la conception des bâtiments dans lesquels vivent les individus.

Facteurs d'urbanisation

D'après la littérature, il existe une grande variation du taux de mortalité en fonction du lieu.

▪ *Proximité de la mer*

La proximité de la mer semble jouer un rôle protecteur important vis-à-vis de la mortalité lors des vagues de chaleur. En France, dans le cadre de l'investigation de la vague de chaleur de 1976, la mortalité des mois de juin- juillet 1976 par rapport à 1975 était, en moyenne, diminuée de 5 % dans les villes situées en bord de mer alors qu'elle était augmentée de 4 % et de 9 % pour les villes proches de la mer ou dans l'intérieur des terres respectivement.

L'influence bénéfique de la proximité de la mer peut s'expliquer par le fait que la variation des minima de températures, qui jouent un rôle sur les effets sanitaires de la chaleur, est moindre dans les zones côtières. En été, en temps normal, la mer est plus chaude que la terre. En période de fortes chaleurs, lorsque les températures minimales nocturnes terrestres sont plus élevées que les températures maritimes, la présence de la mer favorise le refroidissement. Enfin, la présence de vent le long des côtes permet le renouvellement de l'air et favorise l'impression de fraîcheur.

▪ *Taille de l'agglomération*

Lorsqu'on s'affranchit de l'influence bénéfique de la proximité de la mer lors des vagues de chaleur, la taille de l'agglomération semble être un facteur de risque : la variation moyenne du taux de mortalité entre 1975 et 1976 a été de +4 % dans les villes de moins de 50 000 habitants, de +11 % pour les villes hébergeant entre 50 000 et 200 000 habitants et de +18 % pour les agglomérations de plus de 200 000 habitants.

La surmortalité due à la chaleur se concentre dans les grandes agglomérations : les activités humaines sont sources de chaleur, le grand nombre de constructions ralentit le vent, l'absence ou la rareté de la végétation réduit l'évapotranspiration, tous ces facteurs concourant à l'apparition d'îlots de chaleur, avec maintien de températures nocturnes élevées (4). S'ajoute à cela la présence de façades verticales qui ralentit le phénomène de déperdition nocturne par rayonnement de la chaleur emmagasinée dans la journée par les murs et revêtements de chaussée à fort pouvoir absorbant, comme par exemple les

⁶ résultats présentés par l'InVS le 18 juin 2004 aux partenaires de l'InVS ayant participé à l'enquête. La sortie du rapport est prévu officiellement fin juillet.

murs en brique des villes nord-américaines. La pollution atmosphérique forme par ailleurs une chape au-dessus des villes qui renvoie la chaleur ; ainsi la conjonction de l'ensemble de ces facteurs contribue à la création d'îlots de chaleur (« heat islands », figure 2). Les données des stations météorologiques, situées en général en zone suburbaine, ne représentent pas correctement le niveau de chaleur auquel la population est exposée (4). Par exemple, au Parc de St Maur (94) en banlieue parisienne, les températures minimales moyennes mensuelles sont inférieures d'un degré à celles enregistrées à Paris-Montsouris (source : Météo France).

▪ Effets de la pollution

Les situations anticycloniques, favorables à un grand ensoleillement, entravent la dispersion horizontale et verticale des polluants et participent à la formation massive d'ozone (4). L'étude de la relation entre mortalité, température et pollution atmosphérique réalisée à Athènes a montré que l'interaction entre des niveaux de pollution importants et des températures élevées (= 30°C) était statistiquement significative lorsque l'indicateur utilisé est la teneur en dioxyde de soufre (SO₂) et suggestive ($p < 0,20$) lorsque l'indicateur est l'ozone (O₃) ou les fumées. En 1994, en Belgique, pendant la vague de chaleur, une interaction forte a été mise en évidence entre la température et le niveau d'ozone ($p < 0,001$) (20). Ces résultats suggèrent un effet synergique de la pollution atmosphérique et de la température sur la mortalité, les seuils pour lesquels les effets sanitaires engendrés par quelques polluants de l'air deviennent mesurables semblent être abaissés pendant les jours de forte chaleur.

Lors de la vague de chaleur de l'été 1995 en Angleterre et au Pays de Galles, la pollution atmosphérique a été reconnue comme pouvant être à l'origine de 38 % de l'excès de mortalité à Londres et de 62 % de cet excès pour l'Angleterre et le Pays de Galles. Les particules ont contribué pour 2,6 % à la surmortalité, l'ozone pour 2,6 % également et le dioxyde d'azote pour 0,9 % (12).

Lors d'une étude de la mortalité liée à la chaleur à Londres entre 1976 et 1996, la prise en compte de la pollution atmosphérique (SO₂, O₃ et fumées noires) modifiait peu la valeur de l'augmentation de la mortalité (3,18 % [2,14-4,24] versus 3,34 % [2,47-4,23] pour une augmentation de la température de 1°C au-delà du 97ème percentile de la température moyenne (21,5°C)).

Facteurs concernant l'habitat

L'étude cas-témoin réalisée suite à la vague de chaleur de l'été 1995 à Chicago a montré que les personnes décédées vivaient plutôt en appartement de petite taille, dans les étages supérieurs, et dans des immeubles à toit plat (14), non pas parce qu'ils seraient moins bien ventilés, au contraire, mais parce que situés sous les toits parfois mal isolés, le rayonnement solaire direct augmente les apports caloriques. Ces habitats sous toiture concernent essentiellement des immeubles anciens, ils sont parfois d'un niveau de confort plus limité : il peut s'agir notamment d'anciennes chambres de domestiques transformées en logements individuels. Concernant les facteurs architecturaux, il semble que la nature des matériaux joue un rôle très important. Par exemple, pour Paris, s'ajoute la caractéristique technique d'une grande majorité d'immeubles à toiture en zinc, un métal transmettant d'autant plus facilement la chaleur que l'isolation thermique des plafonds des appartements du dernier étage des immeubles est souvent insuffisante, voire inexistante (1).

Ensuite, il existe quelques études concernant la climatisation. L'étude de Dematte et al. (1998) portant sur 58 patients hospitalisés en service de soins intensifs pendant la vague de Chicago de l'été 1995 a montré que 70 % des sujets n'avaient pas de climatisation (16). L'étude cas-témoin réalisée suite à la vague de chaleur de l'été 1995 à Chicago a montré que le fait de posséder la climatisation à domicile ou de pouvoir accéder à une pièce climatisée était un facteur protecteur (OR = 0,3 [0,2-0,6] et 0,5 [0,3-0,9] respectivement), de même que le fait de pouvoir se déplacer. Aucune association n'a été mise en évidence entre le risque de décéder et la possession de ventilateurs (14).

1.3.2 Facteurs architecturaux mis en évidence pendant la canicule d'août 2003

Concernant la canicule d'août 2003, le rapport d'étape de l'InSERM a observé une forte disparité géographique. La surmortalité a été plus forte en agglomération. De plus, le rapport IGAS, résultat d'une enquête au sein des établissements médico-sociaux, a mis en avant l'importance des facteurs environnementaux et architecturaux (17).

Dans la plupart des établissements que la mission a visités, elle a pu constater l'importance des facteurs architecturaux dans l'ampleur de la surmortalité au mois d'août 2003. Trop souvent, les bâtiments à étages mal isolés et/ou comportant de larges baies vitrées ont concentré les décès.

Par exemple, les constructions bourgeoises du XIX^{ème} siècle ont globalement bien résisté à la chaleur, à l'exemple de ce nouvel établissement privé ouvert dans un bel hôtel particulier parisien qui a enregistré, parmi ses 26 résidents de 88 ans et de GMP 711, un décès en août 2003 contre 2 à l'été 2002. De telles constructions ont parfois eu des résultats moins convaincants, qu'elles n'aient pas été rénovées (couverture en zinc, huisseries bois sans double vitrage...) ou bien que, au contraire, elles aient fait l'objet d'une modernisation intempestive : ainsi, 11 des 14 décès intervenus du 8 au 15 août 2003 dans un ancien hôtel Dieu reconverti en EHPAD de 449 lits ont eu lieu au 3^{ème} et dernier étage d'un bâtiment agrémenté depuis peu d'une vaste verrière.

L'insuffisance ou l'inadéquation des prescriptions architecturales dans les procédures d'agrément de nouvelles capacité d'hébergement peut conduire à des constructions qui, en dépit ou à cause de leur souci de qualité architecturale, ont pu favoriser des situations dramatiques de l'été 2003.

La mission a ainsi visité un établissement de 62 lits présentant une architecture originale, œuvre d'un émule de ricardo Boffil, prenant la forme d'un cylindre coiffé par une coupole translucide qui crée à l'intérieur des locaux un « puits de lumière » sur lequel sont ouverts 5 étages : les chambres des résidents, comme les espaces communs (restauration,...) donnent sur des coursives circulaires intérieures et extérieures. Si l'on peut s'interroger sur la capacité d'accoutumance des pensionnaires à la forme « de bocal » des locaux, dans un pays où l'habitat est habituellement cubique et rectiligne, cette architecture centrée sur un « puits de lumière » présente le grave inconvénient de transformer les locaux en « puits de chaleur » en période de canicule : pour 1 à 2 décès les années précédentes, l'établissement a enregistré 9 décès du 1^{er} au 22 août 2003, dont 5 intervenus au 5^{ème} étage sous la coupole.

Plus fréquemment, les développements de capacités d'hébergement intervenus ces 20 ou 30 dernières années relèvent de constructions industrialisées à plusieurs étages, sans recherche architecturale particulière. Ces bâtiments à structure de béton, peu isolés, aux larges baies vitrées sans volets et pourvus de toits en terrasse ont, dans bien des cas visités par la mission, connu des températures très élevées, dépassant les 40°C. L'importante mortalité enregistrée dans ces établissements en août s'est souvent concentrée au niveau des derniers étages des bâtiments qui ont représenté jusqu'à ¾ de décès.

Plusieurs de ces bâtiments construits avec une isolation minimale ont fait l'objet de rénovations importantes, parfois pour le pire lorsqu'il s'agit par exemple de greffer des « bow-windows » sur des façades plein sud, mais le plus souvent avec des gains sensibles en terme d'isolation : couverture des terrasses par une toiture pentue avec pose d'une double couche croisée d'isolant, fenêtres oscillo-battantes, pose de double vitrage et de volets roulants en remplacement des stores...

Dans un établissement constitué de plusieurs pavillons résidentiels de type préfabriqué, la mission a pu constater une très importante isolation intégrée dès la construction des bâtiment, il y a 20 ans : toitures pentues, double couche croisée de 10 cm de laine de verre, surfaces vitrées en double vitrage, et de dimension raisonnable, volets extérieurs, isolation de parois. Cet effort d'isolation s'est imposé dès l'origine avec d'autant plus d'évidence économique que le chauffage de l'établissement était et reste électrique. Aux

dières des résidents, la température intérieure n'a en conséquence pas dépassé, au plus fort de la canicule, 32°C dans le pavillon le plus exposé au sud (17).

De plus, l'enquête nationale InVS à domicile a bien mis en évidence ces facteurs environnementaux.

Les facteurs aggravants sont selon l'enquête InVS :

- les bâtiments construits avant 1975 (OR = 1.83) ;
- les logements situés au dernier étage (OR = 2.33) ;
- étage du logement (OR = 1.12) ;
- immeubles anciens (avant 1975) sans travaux d'isolation.

En revanche l'enquête nationale en établissement n'a pas mis en évidence des facteurs de surmortalité de type environnemental. En fait, il n'a pas été possible d'exploiter et de mettre en évidence les résultats sur la partie « bâti ». Le problème essentiel est que pour un même établissement, il existe souvent plusieurs bâtiments de nature complètement différente car construits à des époques différentes. Or dans cette étude cas témoin, les cas ont été choisis en fonction du taux de mortalité survenus cet été et le nombre de mort est précisé à l'échelle des établissements et non des bâtiments. Résultat, aucune méthode satisfaisante de dépouillement n'a été trouvée pour exploiter les données sur le bâti.

1.3.3 Les facteurs de risque liés à l'utilisation de l'habitat

Il ne suffit malheureusement pas d'habiter dans un endroit parfaitement isolé et bien conçu pour se protéger des effets dus à la chaleur. Il faut aussi prendre en compte le comportement des gens, qui par exemple n'ont pas conscience de ce qu'est une mauvaise utilisation du logement en pleine canicule. En effet, on a eu l'occasion d'observer de temps en temps des comportements aberrants, comme ouvrir les fenêtres la journée alors qu'il fait plus de 35°C. Surtout dans les régions du nord (en particulier en Ile de France) où les gens n'ont pas la mentalité de la chaleur comme dans le Sud.

Il vaut donc mieux éviter d'ouvrir les fenêtres lorsque la température extérieure est élevée comme le midi et l'après-midi et qu'il vaut mieux aérer et essayer de faire des courants d'air la nuit. Cela est même fortement recommandé.

cela a été clairement mis en évidence par l'enquête InVS sur les domiciles.

Par exemple :

- n'ouvre pas l'après midi, mais ouvre le matin, la nuit et/ou le soir -> OR = 1
- n'ouvre jamais -> OR = 2.29
- ouvre l'après-midi -> OR = 3.27

1.4 Conclusion

Cette première partie a permis de faire un état des lieux des connaissances acquises sur les vagues de chaleur et en particulier sur celle d'août 2003 qui a causé 15 000 décès.

De nombreux facteurs individuels et environnementaux modulant l'impact sanitaire de la chaleur sont bien identifiés. Il semble que les personnes âgées constituent les populations les plus à risque dans les pays développés, en particulier, semble-t-il, les femmes, en Europe. De plus, il existe une grande variation du taux de mortalité en fonction du lieu et des caractéristiques architecturales et conceptuelles du bâtiment.

Cependant il n'y a pas de mise en évidence de hiérarchisation des facteurs de risque. Ce mémoire a choisi de s'appuyer sur les facteurs de risque environnementaux afin de proposer des mesures de gestion pour les établissements pour personnes âgées ou handicapées et les domiciles.

2 PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE

Dans cette seconde partie, seront présentés la problématique du mémoire et les objectifs. Puis, dans un dernier paragraphe, les enjeux auxquels doit répondre le mémoire seront évoqués.

2.1 Problématique

Cette revue des facteurs de risque a permis de constater la rareté des études européennes et surtout françaises sur les canicules passées et notamment concernant les facteurs environnementaux et la mise en place de mesures de gestion environnementales. La plupart des études sont nord américaines. La France a pourtant été touchée par deux épisodes caniculaires mais la chaleur n'est pas réellement apparu comme un facteur environnemental grave sur le plan sanitaire. La chaleur est un phénomène physique naturel et par conséquent son impact sur la santé est moins bien perçu contrairement à d'autres agents, telles que les substances chimiques.

L'épisode caniculaire de cet été a été particulièrement exceptionnel du fait de sa durée et son intensité. De même les conséquences sanitaires, 15 000 morts environ, sont exceptionnelles. Aucun autre pays n'a été touché par une vague de chaleur aussi dévastatrice.

C'est pourquoi pour essayer de comprendre cette catastrophe sanitaire, le Ministère de la santé, de la Famille et des Personnes handicapées a demandé une analyse de la situation.

Différents rapports ont été produits et il en est ressorti, entre autre, que certains facteurs, individuels et environnementaux, ont contribué à la surmortalité des personnes (voir §1.3.1).

Les conclusions de ces rapports sont :

- une certaine catégorie de la population est plus fragile pendant les vagues de chaleur, entre autres les personnes âgées (et en particulier les femmes) et les personnes présentant un handicap, surtout mental. Cela a été démontré cet été (voir § 1.1.2), la surmortalité apparaît beaucoup plus importante à partir de 70 ans.
- le lieu de domicile et des caractéristiques architecturales ainsi que l'environnement des bâtiments peuvent présenter des dangers pour l'homme lors d'épisodes caniculaires.

A la suite de ces rapports, des groupes de travail ont été constitués pour la préparation du plan canicule, le *plan national canicule* (PNC), qui a été finalisé et présenté à la presse le 5 mai par le ministre de la santé.

Ce plan a pour objectif de **définir des actions de court et de moyen terme** dans les domaines de la **prévention** et de la **gestion de crise** afin de réduire les effets sanitaires d'une prochaine vague de chaleur. Le PNC est le fruit d'un travail collectif entre tous les acteurs concernés. Il propose des mesures de concertation, de coordination, de mise en réseau des compétences et de vigilance.

Le schéma de dispositif d'alerte, présenté dans la 2^{ème} partie du PNC, qui est en fait le schéma de gestion de crise en cas d'épisodes caniculaires, comporte quatre niveaux qui sont présentés et détaillés en annexe. (voir annexe 6).

Ainsi, l'essentiel de la réponse gouvernementale à une vague de chaleur repose sur les mesures visant d'une part à protéger les organismes de la chaleur et d'autre part à aider ou restaurer les fonctions physiologiques de lutte contre la chaleur.

A l'heure actuelle, aucun programme de gestion de mesure environnementale sur le long terme n'a été encore mis en place. Cela pourrait être donc intéressant de proposer une réflexion sur des mesures de gestion, n'ayant pas pour objectif de protéger la personne mais d'améliorer son environnement, à travers une amélioration du bâti. En effet, certaines personnes peuvent subir une chaleur plus concentrée et durable par le fait de certains environnements particuliers, liés notamment aux conditions de vie et d'habitat.

De plus, cette réflexion s'inscrit dans la continuité de l'enquête InVS sur les domiciles qui a bien mis en évidence les facteurs environnementaux comme des facteurs ayant contribué à la surmortalité des PA à domicile.

C'est pourquoi ce mémoire s'inscrit dans une contribution de fond privilégiant une amélioration de la qualité de l'environnement à travers des propositions de mesures de type environnemental concernant l'architecture et les alentours des bâtiments. Il s'agit aussi bien des établissements accueillant les personnes âgées ou les personnes handicapées que des domiciles.

Objectif du mémoire :

Le but de ce mémoire est donc de proposer des mesures de gestion environnementales se situant au niveau de la conception architecturale des domiciles et des établissements pour personnes âgées ou handicapées, afin de limiter les effets sanitaires lors d'épisodes caniculaires.

2.2 Enjeux

2.2.1 Enjeux environnementaux

Ce mémoire répond à deux types d'enjeux environnementaux :

- éviter une sur utilisation de la climatisation qui a pour conséquence une augmentation des émissions des gaz à effet de serre et une forte dépense énergétique,
- faire face à un phénomène climatique susceptible de se reproduire

Faire face à un phénomène climatique qui pourrait se reproduire

La probabilité de survenue d'une nouvelle vague de chaleur, telle que celle de l'été dernier, risque de s'accroître avec le réchauffement climatique ; son impact sanitaire éventuel sera amplifié par le vieillissement de la population. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)⁷, il est probable que le réchauffement observé au XX^{ème} siècle ait été le plus important des 1 000 dernières années, et que dans l'hémisphère nord, les années 90 aient été la décennie la plus chaude. La température moyenne de la planète augmenterait de 1,4 à 5,8°C d'ici à 2100. Le même organisme écrivait dès 2001 que l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur augmenterait les risques de maladie et de mortalité, principalement chez les plus démunis dans les villes. D'après le centre national de recherches météorologiques de Météo France, le réchauffement attendu pour la France au cours du siècle se situerait aux alentours de 2°C. Pour le mois de janvier, des températures moyennes inférieures à 4°C ne seraient plus observées à partir de 2020. Selon M. Jean-Pierre Besancenot, une saison estivale semblable à celle de 2003 pourrait revenir en moyenne tous les trois à cinq ans au milieu du siècle.(4)

⁷ Le GIEC a été mis en place en 1988, par l'Organisation météorologique mondiale et par le Programme pour l'environnement des Nations unies.

En annexe 6 est présenté le changement prévu au cours du 21^{ème} siècle, provenant du plan climat.

Limiter l'impact de la climatisation

Une amélioration du bâti, de la conception des bâtiments et l'aménagement des alentours peuvent éviter une sur-utilisation de la climatisation et surtout une suractivité de celle-ci qui est néfaste pour l'environnement.

En effet, un autre enjeu de la construction d'un bon bâtiment est l'impact énergétique et environnemental de la climatisation.

Le ministre chargé de l'environnement a présenté le jeudi 22 juillet 2004 le **plan climat 2004**. Il est établi avec certitude que le phénomène de réchauffement de la planète tient à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines, à commencer par le dioxyde de carbone. En 1997, le protocole de Kyoto a fixé pour la 1^{ère} fois un objectif international de réduction des émissions. Dans ce cadre, la France s'est engagée à maintenir ses émissions en 2010 à leur niveau de 1990. Le plan climat est en fait le plan d'actions du gouvernement pour relever le défi majeur que constitue le changement climatique, dès 2010 en respectant l'objectif du protocole de Kyoto.

L'une des fiches d'action concerne la climatisation et est intitulée « climatisation durable ».

Les systèmes de climatisation connaissent une forte croissance. Cet engouement est lié au souci légitime de nos concitoyens de leur confort en période de fortes chaleurs estivales et à leur volonté de se prémunir, eux et leurs proches, contre les effets d'une éventuelle canicule. Malheureusement, les appareils climatiseurs ont aussi leurs effets pervers : forte dépense énergétique, émission de polluants et de gaz à effet de serre. L'action Climatisation durable aura pour but d'améliorer l'information des consommateurs, de faire connaître les moyens d'éviter la climatisation quand c'est possible, de mettre en place des bonnes pratiques des professionnels, de rendre l'Etat exemplaire et d'introduire une réglementation européenne sur le contrôle des climatiseurs. L'information des consommateurs devra porter non seulement sur les performances, les consommations, et les émissions des polluants des systèmes de climatisation, mais surtout sur les solutions alternatives : architecture bioclimatique, protections solaires, système de rafraîchissement...

Les mesures environnementales, qui seront proposées dans ce mémoire doivent répondre à un enjeu environnemental très simple : faire face au réchauffement de la planète en améliorant la qualité des immeubles à construire ou à réhabiliter, à travers, par exemple, une mise en place d'une hiérarchisation des priorités (incluant une certaine cohérence entre les différents éléments comme le choix du matériaux, la couleur, la masse, le système de ventilation...), ainsi que la qualité de l'aménagement des alentours de ces immeubles.

2.2.2 Enjeux sanitaires

En proposant des mesures sur les aspects architecturaux et environnementaux des bâtiments étudiés, ce mémoire pourra avoir un impact sanitaire indirect.

D'une part parce que des critères environnementaux liés à l'architecture ont été mis en évidence comme étant des facteurs ayant un impact sur la surmortalité.

D'autre part, ces nouvelles mesures pourront porter par exemple sur :

- l'organisation des bâtiments de l'établissement afin d'éviter l'adjonction successives d'aires supplémentaires ou de création de bâtiments disparates mal reliés entre eux, qui multiplient les déplacements du personnel et donc réduisent d'autant le temps consacré aux soins et compliquent la surveillance.

- La conception des bâtiments permettant une meilleure isolation, ou une meilleure adaptation aux variations climatiques limitant ainsi l'impact d'un manque de personnels car le déplacement des personnes ne serait plus nécessaire....

Ces mesures ont d'autant plus d'impact que les établissements étudiés concernent la population dite « à risque » pendant la canicule, du fait de leur vulnérabilité, soit liée à leur âge qui entraîne des problèmes de thermorégulation et une absence de sensation de soif, soit à leur état de santé. Ces problèmes liés à la vulnérabilité des personnes demandent certes des propositions d'un autre ordre comme l'adaptation des traitements lors d'épisodes caniculaires, le renforcement et formation du personnel pour hydrater..., mais il est clair que des propositions de type environnemental, liées au bâti et à la conception en général, auront un impact sanitaire et donc ne sauraient être découplées d'un enjeu sanitaire.

2.2.3 Enjeux institutionnels

L'enjeu institutionnel est lié au rôle que joue la DRASS :

- Par rapport aux dossiers de demande d'autorisation de création et d'extension des établissements pour personnes âgées ou personnes handicapées.

En effet, une des missions de la DRASSIF est de réunir le Comité régional d'organisation social et médico-social, CROSMS, qui est un organe représentatif des différents acteurs, et qui donne un avis sur les projets de création de nouvelles maisons de retraite, mais aussi sur les projets d'extension et de réhabilitation. Les propositions du mémoire quant à l'architecture et l'environnement des maisons de retraite seront donc valorisables dans ce cadre car cela apportera des éléments supplémentaires à la DRASS dans le domaine de la rénovation, l'équipement, la création de nouvelles structures...

- Par rapport aux problèmes d'habitats insalubres avec l'élargissement du sujet du mémoire aux domiciles.

Une des missions du service Santé Environnement au sein de la DRASSIF est de lutter contre l'habitat insalubre.

L'Etat n'a le droit d'intervenir dans les logements qu'en cas de plainte et de constatation d'infractions au code de la santé publique lors de la visite du domicile sur lequel porte la plainte. Le fait qu'il puisse exister des problèmes même de conception du bâti et que cela soit un facteur aggravant de surmortalité au cours d'épisodes caniculaires peut être considéré comme un facteur d'insalubrité. Il doit donc être pris en considération. Ce sujet sera abordé dans la partie 4.2.

Il est important de préciser que tous les domiciles sont concernés et pas seulement des domiciles dans lesquels vivent les personnes âgées. En effet, les actions proposées dans ce mémoire, portent sur le bâtiment en lui-même et ces actions s'effectuent sur le long terme. Cela n'aurait donc aucun sens de se limiter aux domiciles pour personnes âgées puisque dans les prochaines années, ce ne seront pas les mêmes personnes qui habiteront dans ces logements.

2.2.4 Enjeux démographiques

La canicule a frappé majoritairement les personnes âgées. Cela n'est pas un hasard, car il s'agit d'une catégorie de population très fragile, dont l'organisme récupère moins facilement, surtout lorsqu'il est atteint des pathologies multiples.

Depuis plusieurs années, les instituts de statistique officiels (INSEE – et institut national d'études démographiques – INED) soulignent que la France vieillit. Au 1^{er} janvier 2003, les Français de plus de 65 ans représentaient 16 % de la population totale, et ceux de plus de 85 ans 1,8 %.

L'allongement, à tous égards souhaitable, de l'espérance de vie a pour conséquence d'accroître chaque année la part relative des personnes âgées au sein de la population totale. Inversement, la proportion relative des moins de vingt ans ne cessant de diminuer

depuis 1966, et l'indice synthétique de fécondité se situant depuis 1974 en dessous du seuil de renouvellement des générations, le vieillissement de la population française apparaît comme un phénomène « inéluctable ». Quelles que soient les hypothèses formulées sur la fécondité, la mortalité et les flux migratoires, la croissance de la population métropolitaine devrait se poursuivre jusqu'en 2025 au moins : en 2050, selon les différents scénarios retenus, la France métropolitaine compterait entre 58 et 70 millions d'habitants. Plus du tiers de sa population serait âgé de plus de soixante ans, contre un cinquième en 2000 (18).

	Population totale au 1^{er} janvier (En milliers)	Moins de 20 ans (En milliers)	20-59 ans (En milliers)	60 ans et plus (En milliers)	Dont 85 ans et plus (En milliers)
2000	59.412	15.390	31.871	12.152	1.236
2005	60.642	15.181	32.850	12.611	1.055
2010	61.721	14.923	32.697	14.102	1.514
2015	62.648	14.670	32.362	15.617	1.853
2020	63.453	14.435	32.029	16.989	2.099
2025	64.177	14.288	31.532	18.357	2.205
2030	64.790	14.169	31.006	19.615	2.310
2035	65.212	14.015	30.406	20.791	3.048
2040	65.374	13.823	30.308	21.244	3.677
2045	65.301	13.625	30.003	21.673	4.104
2050	65.098	13.457	29.673	21.967	4.474

Source : Insee, *Mortalité tendancielle - Fécondité 1,8 - Migrations nettes + 50.000 par an*

Tableau 5 : structure par âge de la population en France entre 2000 et 2050

Le nombre des personnes âgées de plus de 85 ans passerait ainsi, entre 2000 et 2050, de 1,2 à 4,5 millions. Il s'agit d'une évolution d'autant plus importante que cet âge constitue de plus en plus un seuil critique en termes d'isolement et de prise en charge de la dépendance (18).

Par conséquent, les besoins en construction de maison de retraite vont croître dans les prochaines années. Il est donc important de prévoir au mieux des préconisations et des recommandations concernant la conception des futurs bâtiments afin de limiter les risques liés aux épisodes caniculaires et donc par là même, de protéger la santé des personnes âgées qui vont constituer une proportion de la population de plus en plus importante.

2.3 Méthodologie

Cette partie a pour but d'expliquer comment répondre à l'objectif du mémoire.

2.3.1 Définir un référentiel de construction

Il s'agit dans un premier temps de définir un modèle de construction.

Le but de cette étape est d'établir un référentiel de construction ou d'un environnement adéquat, et adapté à une bonne qualité de vie. Cette partie est tout autant valable pour les établissements que pour les domiciles.

Les actions engagées ont été les suivantes :

→ prise de contact avec le CSTB par l'intermédiaire de M.COCHET, chef de la division « bâtiment et santé », qui a participé à certains rapports, notamment la partie bâti de l'enquête InVS et le rapport de l'Afsse sur les impacts de la climatisation.

Le CSTB, organisme professionnel du bâtiment, a pu m'apporter son aide et son expérience pour la définition d'un modèle de construction, pour l'obtention d'informations sur l'évolution actuelle vers la démarche HQE, sur le développement et la construction durable.

Cette aide s'est traduite par :

- des conseils bibliographiques : revues, articles de recherche...
- de l'aide et de l'expérience de la part du CSTB surtout sur les énergies renouvelables.

→ Prise de contact avec M.Gilloury, conseiller technique de la DRASSIF qui a pu m'apporter son expérience et de l'aide dans le domaine de l'architecture des établissements pour personnes âgées et handicapées.

→ Prise de contact avec Mme Sylvianne Roger, architecte à la DGAS

2.3.2 Propositions de mesures de gestions environnementales

Ensuite, dans un second temps, il a fallu concrétiser ses recommandations architecturales en proposant des mesures de gestion.

Il est tout de suite apparu la nécessité de séparer les domiciles et les établissements. En effet, ce mémoire s'effectuant à la DRASS et non sous la direction du ministère de l'équipement, les actions concernant entre autres les domiciles ne sont pas les mêmes et ne peuvent concerner directement la réhabilitation, et les constructions neuves.

A) Propositions concernant les établissements

→ A quel niveau la DRASSIF peut-elle intervenir au niveau d'une amélioration du bâti ?
Pour répondre à la question, j'ai rencontré Laurence Pesrin, inspectrice du service « établissements sociaux et médico-sociaux » avec qui j'ai pu m'entretenir à maintes reprises pour lui poser des questions et lui demander quelles pourraient être les attentes de la DRASS et plus particulièrement du service « établissements sociaux et médico-sociaux » vis à vis de mon mémoire.

Cette réflexion s'est basée sur les divers entretiens avec L.Pesrin, les documents et références qu'elle m'a indiqués.

B) Propositions concernant les domiciles

A quel niveau l'Etat peut-il agir ? peut-on considérer les risques liés à la canicule dans le bâtiment comme un critère d'insalubrité ?

La méthode a été la suivante :

- Entretien avec Sulla Jesop, ingénieur d'étude sanitaire dans le service Santé environnement, à la DRASSIF
- Entretien, consultation avec le Groupe Habitat Santé, recueil de l'avis de ces professionnels de l'habitat et de l'insalubrité.
- Revue bibliographique

3 RESULTAT : MESURES ENVIRONNEMENTALES CONCERNANT LA CONCEPTION DU BATIMENT

3.1 Référentiel de construction

3.1.1 Généralités pour tous les bâtiments

Lors d'épisodes caniculaires, une température qui oscille entre 25°C et 40°C dix jours de suite pose le délicat problème d'équilibre thermique : la température intérieure des bâtiments fluctue autour de la moyenne journalière, 32,5°C. (interview de Jean-Louis Izard, directeur du laboratoire d'architecture bioclimatique de l'Ecole d'architecture de Marseille, par *Le Moniteur*). « C'est ce qui s'est passé dans de nombreux immeubles des grandes villes...il suffit alors d'une ouverture intempestive des fenêtres pendant la journée, ou d'une protection solaire insuffisante, pour faire grimper la température intérieure entre 33 et 38°C ! »(20).

La canicule a rappelé de manière caricaturale que l'inconfort d'été est principalement ressenti durant les nuits et lorsque les phénomènes se prolongent.

On peut alors se demander ce qu'on appelle « confort d'été ». Comment le définir ?

Il est à noter que le confort est lié aux transferts de chaleur : L'inertie et l'isolation limitent la conduction, la ventilation agit sur la convection, la protection solaire et le revêtement de la façade influent sur les rayonnements, et la végétation favorise les pertes par évaporation.

Quel que soit le contexte, le choix des matériaux et des techniques de construction conditionnent la qualité du bâtiment. Il ne s'agit pas de rechercher un confort permanent à des coûts prohibitifs, mais plutôt de proposer des solutions appropriées aux modes d'habitat, ceci dans des limites et des coûts acceptables (21).

Le Principe du confort d'été est relativement simple à comprendre. En confort d'été, il faut éviter à la chaleur d'entrer (pas de baies exposées au soleil, ombrages recherchés, inertie thermique de l'enveloppe...)et l'évacuer le plus possible (ventilations forcées, notamment de nuit). *Des principes utilisant les flux d'air sont de plus en plus mis en œuvre pour éviter d'avoir recours à des technologies énergétiques dispendieuses et à risque sanitaire comme les systèmes de rafraîchissement et de climatisation (22).*

D'ailleurs, la solution de la climatisation a été souvent prônée comme **LA** solution idéale répondant à tous les problèmes. On verra plus loin, que ce n'est pas le cas et que la climatisation peut avoir des effets nocifs pour la santé et l'environnement.

Le but de cette partie est de définir un bâtiment idéal permettant de lutter contre les risques liés à la canicule, palliant ainsi les problèmes liés à l'inconfort d'été et prenant aussi en compte la problématique été-hiver.

Ce modèle concerne aussi bien la conception du bâti avec une bonne maîtrise de l'énergie, un bon choix de matériaux...que l'environnement dans lequel le bâtiment se trouve.

A) Conception du bâtiment idéal

Ainsi, avant toute chose, qu'est-ce qu'un bâtiment bien conçu ?

Pour répondre à cette demande, il faut d'abord savoir à quelle exigence un bâtiment « bien conçu » doit répondre : atteindre une température confort de l'ordre de 22-26°C, en

hiver comme en été ⁸. Un bâtiment bien conçu permet alors, même lors de pics à 40°C, de ne jamais franchir les 27°C(20).

La première fonction de ce bâtiment idéal est de se protéger du rayonnement solaire et de la circulation de l'air. La construction de ce bâtiment est basée sur la conjonction de plusieurs paramètres liés au bâti et la conception permettant de jouer sur la température interne et donc sur le confort (20).

Les paramètres concernant l'architecture du bâti sont :

- L'orientation des bâtiments.
- La nature des matériaux avec les propriétés d'inertie thermique et d'isolation.
- La protection solaire : protection des ouvertures et surfaces vitrées et protection des parois extérieures.
- La hauteur des logements et problèmes de conception au niveau de la toiture.

Et les paramètres concernant la maîtrise de l'air au sein du bâti sont :

- La ventilation naturelle
- La climatisation

a) *Architecture*

Orientation des bâtiments

La 1^{ère} démarche pour éviter la surchauffe solaire consiste à veiller à l'orientation des bâtiments dès la conception en vue de limiter les surfaces vitrées au sud et à l'ouest.

Nature des matériaux

Ensuite lors de la conception du bâtiment, le paramètre sur lequel il convient d'agir est le matériau qui est la base même du logement.

En effet, de la nature du matériau dépend l'inertie thermique du matériau puis du logement, l'isolation du bâtiment en cas de besoin. Les matériaux isolants, les revêtements réfléchissants et les écrans ombrageant représentent quelques systèmes de protection.

▪ *L'inertie thermique*

L'inertie thermique d'un matériau mesure sa capacité à accumuler de la chaleur et à en différer la restitution après un certain temps : c'est le temps de déphasage.

Lorsque les rayons du soleil frappent une paroi opaque, une partie de l'énergie rayonnée est absorbée et le reste réfléchi. Un flux de chaleur s'établit entre la face externe et la face interne de la paroi. La chaleur, qui se transmet par onde de l'extérieur à l'intérieur, se propage avec un certain déphasage et subit un amortissement. Le maximum de température atteint sur la face extérieure n'est pas immédiatement ressenti sur la face intérieure de la paroi. Le temps de déphasage est fonction de l'épaisseur ainsi que de la conductivité thermique des matériaux (21).

Le déphasage et l'amortissement constituent l'**inertie thermique**.

Remarque : l'inertie thermique d'une construction est le produit de la masse de ses composants (dalles, parois verticales, essentiellement) par leur chaleur massique (21).

Les caractéristiques de l'inertie thermique peuvent être regroupées pour chaque matériau en deux grandeurs intermédiaires :

- la diffusivité thermique «a » correspond à la vitesse d'avancement d'un front de chaleur à travers le matériau (Unité : m²/h).

⁸ Entretien avec M. Cochet et M. Riberon du CSTB, le 24 juin.

$$a = \frac{\lambda}{\rho \times c}$$

λ : conductivité thermique du matériau (W/m.K)

ρ : masse volumique du matériau (kg/m³)

c : chaleur massique du matériau (Wh/K.kg)

La diffusivité thermique exprime la capacité d'un matériau à transmettre une variation de température. Elle est indirectement proportionnelle à sa chaleur volumique.

- l'effusivité thermique « b » représente la capacité thermique d'un matériau à absorber un flux thermique instantané ((W/m².K)^{1/2})

$$b = \sqrt{\lambda \times \rho \times c}$$

L'effusivité thermique exprime la capacité d'un matériau à absorber ou restituer une puissance thermique.(21)

Pour réduire l'amplitude d'un flux thermique, les parois de l'enveloppe doivent présenter une faible diffusivité et une forte effusivité. Cet objectif peut être atteint par un choix judicieux de matériaux en parois homogènes. L'emploi d'une paroi composite avec une faible diffusivité extérieure et une forte effusivité intérieure permet également de réduire l'amplitude du flux thermique.

Les parois minces peuvent avoir des effets désastreux sur le confort. Très fines et non isolants, leur refroidissement ou réchauffement est quasi instantané.

Les systèmes constructifs dits « à isolation répartie » (brique Monomur, béton cellulaire, blocs de pierre ponce) offrent à la fois une forte inertie et une isolation intrinsèque qui ne nécessite pas d'être complétée par un doublage complémentaire. Pour des parois de briques simples, de béton coulé en place ou de blocs de béton (« parpaings »), une isolation extérieure permettra à la fois de supprimer de nombreux ponts thermiques et de conserver l'inertie de la paroi. Cette technique dite du « mur manteau » peine pourtant à s'imposer en France où prévaut l'isolation par l'intérieur qui obère l'inertie thermique de la paroi (22).

Si l'inertie est une condition nécessaire au confort thermique d'été, elle n'est pas autant suffisante. Elle doit impérativement être associée à des moyens de refroidissement de structures qui permettront de maintenir l'équilibre énergétique (élimination de la chaleur stockée la journée) qui assurera la stabilité des températures d'un jour à l'autre.

▪ *Les isolants*

Les matériaux isolants doivent avoir la capacité de résister aux fortes températures, à l'humidité, aux animaux et aux micro-organismes. Toute paroi séparant deux ambiances constitue un obstacle au transfert de chaleur. L'effet d'isolation thermique d'un matériau se définit par sa conductivité thermique λ (voir ci-dessus dans le § inertie thermique). Ce coefficient traduit la quantité de chaleur traversant, pendant une heure et pour une différence de 1°C entre les deux faces, une paroi d'un mètre d'épaisseur (21).

La conductivité thermique varie avec la température moyenne. Elle est essentiellement liée à la quantité d'humidité contenue dans le matériau. Lorsque le matériau utilisé est sec, la chaleur se transmet de particule à particule par l'air, peu conducteur. Si ces pores sont remplis d'eau, la conduction est plus rapide.

Par conséquent, un bon isolant se doit d'être entre autres un matériau isolé ou plutôt protégé de l'humidité (21).

L'aptitude d'une paroi à laisser passer la chaleur se mesure par le coefficient de transmission thermique k , encore appelé « déperdition thermique surfacique des parois ». k s'exprime en $W/m^2.K$. ce coefficient mesure le pouvoir isolant d'une paroi. La nature du matériau, sa composition et son épaisseur sont prises en compte.

On distingue trois groupes d'isolants : ceux à base minérale, ceux à base de plastique alvéolaire et ceux à base végétale. Les isolants à base de matière plastique alvéolaire présentent l'inconvénient du retrait thermique. Lorsque le matériau est soumis à une exposition prolongée à des température de $80^{\circ}C$, sa nature est modifiée.

L'annexe 6 répond à la question : qu'est-ce qu'une bonne isolation thermique ?

On peut alors se demander comment une bonne isolation thermique peut-elle être utilisée au sein du bâti. Dans le cas de locaux climatisés, il est primordial d'avoir une bonne isolation thermique au sein du bâtiment. La massivité atténue le flux thermique produit par l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. De plus, une bonne inertie thermique, indispensable au confort d'été (voir § précédent) peut être garantie par l'isolation de la toiture, responsable des 2/3 de transfert de chaleur de l'enveloppe vers l'intérieur du bâtiment. (voir § isolation de la toiture) (voir annexe 7)

Concernant l'entretien, il est important de protéger l'isolant contre la condensation et les infiltrations d'eau. Cette humidité diminue les capacités d'isolation du matériau et peut être à l'origine de moisissures. Une des premières mesures est d'assurer une ventilation suffisante des locaux (21).

- *Le coefficient d'absorption et la couleur des parois*

Une propriété importante du matériau est celle liée à l'absorption du rayonnement solaire. Pour obtenir une protection solaire maximale, il est important de prendre en compte le coefficient d'absorption du matériau.

Le coefficient d'absorption a exprime le rapport entre l'énergie solaire absorbée et l'énergie solaire incidente. Les couleurs claires offrent une meilleure protection des parois au soleil.

La valeur de a varie de 0 à 1. Elle dépend de la couleur. En pratique, plus la couleur est sombre, plus a tend vers 0.9. Une couleur claire correspond au mieux à 0.2. Enfin, une surface réfléchissante, comme celle de l'aluminium neuf, a un facteur a voisin de 0.1(21).

Une partie du rayonnement solaire irradiant une paroi est absorbée et l'autre réfléchi. La partie absorbée est transformée en chaleur et accumulée dans la masse du matériau. La capacité de réflexion d'un matériau dépend de sa couleur. Plus la couleur est claire, plus la réflexion est importante. A l'inverse, plus la paroi est sombre, plus grande est la capacité d'absorption. En climat chaud, les couleurs claires en façade participent donc à la protection solaire (21).

Qu'il s'agisse de moisissures, de salissures, ou de vieillissement naturel, de nombreux matériaux s'assombrissent avec le temps. Ces altérations des parois augmentent leur absorption du rayonnement solaire. Dès la conception d'une toiture ou paroi claire, il faut donc prévoir une augmentation dans le temps de a . (21)

Remarque : Les risques de réflexion des parois verticales claires (éblouissement, réflexion du flux solaire...) sont à prendre en compte. Un mur ouest peint en blanc réfléchit 70 à 80% du rayonnement solaire reçu ; ce rayonnement peut ensuite frapper une façade qui, par son orientation, était à l'abri du rayonnement solaire.

Protection solaire

La protection solaire est une des composantes essentielles de la réussite d'un bâtiment pour ce qui concerne le confort, et le cas échéant, la maîtrise des charges de climatisation en été.

Pour les bâtiments équipés d'une installation de climatisation, une bonne protection solaire se traduira par une diminution des consommations d'énergie et par une diminution du coût d'investissement.

Pour les bâtiments sans installation de climatisation, la protection solaire sera, avec l'inertie des locaux et les possibilités de ventilation (voir § sur la ventilation), l'un des paramètres essentiels à prendre en compte dès la conception d'un projet (25).

▪ *Protection des parois extérieures*

Il s'agit de dispositions « structurales » permettant d'arrêter, de freiner, et de réfléchir les flux solaires et de compléter les dispositions liées au matériau. Bien dimensionnées et correctement implantées, elles permettent de bénéficier en outre au maximum d'ensoleillement en hiver (21).

Plusieurs dispositifs peuvent être mis en œuvre :

- le recul des façades et des débords de toiture ;
- les pare-soleil horizontaux ou verticaux ;
- les réflecteurs ;
- les matériaux ou revêtements réfléchissants ;
- les matériaux isolants ;
- d'autres systèmes, comme les parois double peau.

Dans les logements sous toiture, 25 % des apports solaires thermiques sont transmis par les façades. Pour les logements en étage intermédiaire, ce taux atteint 50 %. On comprend dès lors l'importance de la protection des façades les plus exposées au soleil. Les murs est et ouest reçoivent le soleil bas de la matinée et de la fin de journée. Les façades nord et sud reçoivent principalement un rayonnement solaire diffus. Le recours à l'isolation est également un moyen de protéger les parois.

- Les pare-soleil verticaux

La fonction première des pare-soleil verticaux est de protéger les murs extérieurs de l'ensoleillement direct. (mettre photos) Ils offrent une protection plus efficace contre les rayonnements solaires bas, de l'est ou de l'ouest.

Ils permettent une ventilation par convection le long de la paroi extérieure du bâtiment.

La végétation peut être source d'ombre projetée et filtrée sur une façade. Elle présente l'avantage d'adapter son efficacité aux besoins de la saison par la modification de son feuillage.

Les pare-soleil verticaux absorbent la chaleur à l'extérieur et ne la transmettent que partiellement en déphasage. Ce type de dispositif est d'autant plus efficace qu'il est de couleur clair, décollé de plus de 20 cm du mur et ouvert à ses extrémités supérieure et inférieure pour assurer une ventilation par convection (21).

Il existe trois sortes de pare-soleil verticaux. Le pare-soleil espacé du mur d'une certaine distance subit l'influence du rayonnement solaire et s'échauffe. Dans le 1^{er} cas de figure, la paroi transmet par radiation sa chaleur à la couche d'air entre le pare-soleil et le mur. Le vide créé va permettre d'évacuer cette chaleur par radiation : l'air chaud va en effet monter et laisser place à de l'air plus frais. Ainsi, la couche d'air joue un rôle de tampon et limite la transmission de chaleur au mur qui est protégé du rayonnement direct. Dans le 2^{ème} cas de figure, le pare-soleil est une paroi isolante et transmet donc moins de chaleur au vide d'air. Le 3^{ème} exemple illustre le fonctionnement d'un système de lattes horizontales placées devant un mur. Le mur est protégé du rayonnement direct. La couche d'air permet d'évacuer la chaleur par radiation. Dans ce cas, l'air peut entrer tout le long de la paroi et s'évacue dans sa partie haute (21).

- Les pare-soleil horizontaux

Ils permettent l'ombrage des façades orientées au midi. Ils sont inefficaces sur les façades orientées est ou ouest. Leur efficacité dépend donc de leur orientation. Ils permettent de protéger les surfaces du rayonnement solaire et évitent ainsi aux façades d'emmagasiner de la chaleur et de provoquer une surchauffe intérieure par rayonnement des parois. Plus le soleil est haut, plus les pare-soleil sont efficaces.

Ils assurent une protection en absorbant et réfléchissant une partie du rayonnement solaire. Ils ne permettent pas seulement de protéger des façades mais aussi des rues entières, comme lors de l'exposition universelle de Lisbonne. Ils réduisent également la luminosité à l'intérieur des locaux en protégeant les fenêtres du rayonnement. Ils protègent enfin des pluies, permettant ainsi de laisser les fenêtres ouvertes en cas de forte chaleur et humidité.

Ils peuvent couvrir toute la longueur du mur ou simplement une partie, ou même dans certains cas, uniquement les fenêtres mais cette dernière option leur fait perdre en efficacité (21).

De manière générale pour la qualité de l'intégration, de l'esthétique et de l'efficacité, il vaut mieux les prévoir au stade de la conception du bâtiment que les installer après-coup sur une façade déjà existante. **Il vaut donc mieux les recommander pour les constructions neuves et non en réhabilitation.**

- Les auvents

Les auvents sont des protection solaires horizontales. A la différence des pare-soleil horizontaux, ils sont inclus dans la structure du bâtiment.

Le pare-soleil peut être constitué de lamelles et participer à un filtrage du rayonnement ; l'auvent, quant à lui, est opaque. Le pare-soleil étant amovible, présente l'avantage de ne pouvoir être utilisé qu'à certains moments. Ceci est un avantage certain sur l'auvent pour l'Île de France qui a un climat tempéré froid et qui, en dehors des vagues de chaleur pendant lesquelles il est important de se protéger de l'apport solaire, a besoin du rayonnement solaire pour la luminosité au sein du bâtiment (21).

- Les réflecteurs

Les réflecteurs sont des éléments de construction qui réfléchissent la lumière naturelle à l'intérieur des locaux et ils permettent également d'ombrager les surfaces vitrées.

En intérieur, ce dispositif réduit la quantité de lumière reçue. Situé à l'extérieur, il offre une surface ombrée proche de la façade (21).

❖ *Protection des ouvertures*

Les ouvertures jouent un rôle important dans les relations de l'occupant d'un bâtiment avec son environnement. La fonction caractéristique de la fenêtre est de permettre le libre passage de l'air et d'assurer aussi son renouvellement. Par la même, elle permet aussi de laisser pénétrer la lumière, de capter l'énergie du soleil, de ventiler les espaces, de dissiper la chaleur de la même façon que d'en apporter et d'être en contact avec l'extérieur.

Elle joue donc un rôle primordial. On ne pourrait concevoir un logement parfaitement isolé qui protège parfaitement de la chaleur et qui serait sans fenêtre. La fenêtre est donc un élément indispensable au logement même si, en cas de fortes chaleur, une mauvaise utilisation de celle-ci peut entraîner une augmentation de la température de la pièce.

L'inconfort d'été dans les bâtiments s'explique par une transparence excessive, qui favorise des apports solaires massifs et l'étanchéité à l'air quasi totale de la façade. Le verre a la propriété non seulement de transmettre les rayonnements solaires mais aussi

de constituer un écran aéralique. Résultat, le moindre apport énergétique se traduit par une brusque élévation de la température intérieure. C'est l'effet de serre. Un inconvénient quelque peu tempéré par les grands industriels du verre qui proposent désormais des vitrages associant à la fois basse émissivité, faible facteur solaire et transmission lumineuse élevée (20).

Or, les grandes baies vitrées en façade sud par exemple, sont de plus en plus courantes en France et en particulier en Ile de France où il n'y a pas la culture de la chaleur. Par exemple, de nombreuses maisons de retraite ont choisi les grandes baies pour un plus grand confort en matière de luminosité, d'aération...(17)

Il est donc nécessaire de protéger ces ouvertures du rayonnement solaire en été. La caractéristique principale d'une protection solaire est naturellement sa capacité à limiter le flux de chaleur pénétrant par la baie dû au rayonnement solaire. Ce choix de protection doit être également guidé par d'autres paramètres comme les gênes thermiques locales, la gêne due au rayonnement en grande longueur d'onde en provenance de la face interne de la vitre ou de la protection si elle est intérieure, la gêne due au rayonnement solaire diffusé lorsque la protection n'est pas opaque, la gêne due au rayonnement solaire direct transmis, les exigences lumineuses (surtout en hiver) et d'éventuelles exigences complémentaires.

On peut globalement distinguer trois types de protection (21) :

- les protections extérieures à la baie : ce sont les protections horizontales fixes ou mobiles, et les protections verticales venant se placer devant la baie (stores, volets,...). Les protections horizontales sont d'autant plus efficaces sur les façades sud pour les mêmes raisons que les pare-soleil horizontaux.
- Protections intégrées à la baie ; c'est le cas de vitrages absorbants ou réfléchissants et des protections entre deux vitres. Dans ce cas de vitrages doubles, on a intérêt à placer la vitre traitée à l'extérieur afin de favoriser les échanges thermiques entre celle-ci et l'extérieur. Dans ce cas, l'efficacité sera améliorée si une des faces de vitrage délimitant la lame d'air est de faible émissivité.
- Les protections intérieures ; ce sont les moins efficaces puisque l'échauffement de la protection est en grande partie transmise au local.

De plus, en motorisant ces équipements, voire en les asservissant à l'ensoleillement, il est encore possible d'optimiser la gestion des apports extérieurs.

Hauteur des bâtiments et problèmes au niveau de la toiture

La chaleur monte. Un phénomène facile à constater dans les logements de plusieurs niveaux : c'est ce qui rend les mezzanines si désagréables, toujours trop chaudes l'été et rendant problématique l'obtention d'une température de confort suffisant l'hiver au niveau du plancher bas. Dans les immeubles collectifs, les décès sont exceptionnels chez les sujets qui vivent au rez-de-chaussée et leur fréquence augmente au fur et à mesure que l'on s'élève. L'augmentation du risque dans ces circonstances a par exemple été constaté durant la vague de chaleur de 1995 à Chicago, où le seul fait de vivre au dernier étage d'un immeuble multipliait les risques par quatre.

Il est donc vivement conseillé d'éviter au maximum les immeubles avec beaucoup d'étages et les logements avec des mezzanines.

▪ *L'isolation de la toiture*

La toiture transmet jusqu'au 2/3 des transferts de chaleur de l'enveloppe vers l'intérieur du bâtiment. La réflexivité et l'isolation de la toiture limitent ces apports thermiques.

b) *maîtrise de l'air au sein du bâtiment*

Une bonne maîtrise de l'air au sein d'un bâtiment est primordiale. Cela se traduit d'abord par une ventilation appropriée.

la ventilation

▪ *Les fonctions de la ventilation*

- assurer le renouvellement de l'air : seule cette fonction est impérative ;
- participer au chauffage ou refroidissement de l'air du local suivant les conditions climatiques extérieures et les apports de chaleur interne ;
- humidifier en hiver ou assécher en été l'air du local (25).

▪ *les moyens pour ventiler*

Les moyens sont en général très variés, ce qui rend difficile l'appréciation de l'efficacité tant en termes énergétiques que de confort et de qualité de l'air; les principaux paramètres à prendre en compte sont les suivants :

- la perméabilité du bâti
- l'ouverture des fenêtres
- la ventilation naturelle
- les systèmes de ventilation mécanique ; ces systèmes sont basés sur une entrée d'air où la pollution n'est dû qu'à la présence humaine et l'air est extrait mécaniquement. L'air entrant peut également être régulé mécaniquement, il s'agit du système double flux. Ces systèmes permettent une récupération de chaleur sur l'air extrait et limitent les risques de courants d'air froid (25).

▪ *Principe de ventilation des logements*

L'arrêté du 24 mars 1982 définit les dispositions relatives à l'aération des logements neufs et fixe notamment les valeurs de débit d'air extrait en fonction du nombre de pièces principales du logement. Le renouvellement d'air du logement repose sur l'un des deux principes de ventilation suivants :

- selon le 1^{er} principe, dit d'aération permanente et générale, la circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales (séjour, chambres) et sortie dans les pièces de service (cuisine, salle d'eau, WC). La ventilation s'effectue donc par un balayage du logement, l'air transitant des pièces les moins polluées vers celles les plus polluées. Ce principe est admis pour tous les logements et découle de la réglementation de 1969.
- Le 2nd principe, dit d'aération permanente limitée à certaines pièces, consiste à limiter la sortie d'air aux cuisines, les salles d'eau et WC pouvant ne comporter qu'un ouvrant donnant sur l'extérieur. Chaque pièce doit également posséder une entrée d'air. cette ventilation par balayage partiel n'est admis que pour les logements individuels et en climat tempéré.(25)

▪ *Les différents systèmes de ventilation dans l'habitat*

- la ventilation naturelle ;
- la ventilation mécanique par extraction d'air communément appelée VMC ;
- la bVMC hygroréglable ;
- la Ventilation double flux.

- La ventilation naturelle

La ventilation naturelle est provoquée par une différence de température ou de pression entre les façades d'un bâtiment, qu'elle soit causée par le vent ou par un écart de température. Elle permet d'évacuer des locaux les apports de chaleur interne et les apports solaires. Et pour cela, nul besoin de climatisation ni même une ventilation mécanique : fenêtres, vasistas, grilles de ventilation et de transfert suffisent...s'ils sont correctement dimensionnés et implantés, en se souvenant que l'air chaud s'élève et doit être évacué par le haut. Ce système de rafraîchissement nécessite des prises d'air en façade et une évacuation par cheminée thermique ou par des grilles d'évacuation sur la façade opposée. Il s'effectue en général de la façade en surpression vers la façade en dépression. Grâce à cette technique, le bâtiment retrouve sa fraîcheur au matin et la masse inerte de la construction est de nouveau disponible pour accumuler les calories de la journée. Cette méthode permet dans de nombreux cas de figure d'éviter le recours à la climatisation (21).

La ventilation naturelle est d'autant plus efficace que l'inertie du local est importante.

Différents dispositifs permettent d'optimiser la ventilation naturelle :

- évaluer le potentiel de ventilation en fonction du site ;
- exposer les façades aux vents dominants des mois les plus chauds ;
- éloigner le bâti des obstacles à l'écoulement du vent ;
- protéger l'abord et l'enveloppe du bâti des rayonnements solaires ;
- dimensionner les ouvertures et les dispositifs qui favorisent les écoulements d'air dans les espaces intérieurs ;
- anticiper l'aménagement afin que les circulations d'air soient canalisées avec un minimum de frottements.

L'importance des flux intérieurs

Lorsque l'implantation d'un bâtiment offre un potentiel de ventilation naturelle, il faut veiller à ce que la disposition des espaces intérieurs favorise un balayage régulier. Les écoulements traversants doivent rencontrer le minimum d'obstacles (21).

Certains éléments sont à prendre en considération :

- le dimensionnement et l'emplacement des ouvertures en façade : les façades au vent et sous le vent gagnent à être poreuses. Elles doivent s'ouvrir directement sur les zones à irriguer. Les ouvertures en hauteur ont tendance à augmenter les écoulements au niveau du plafond au détriment des zones occupées par les habitants. La porosité des façades permet d'accélérer la ventilation par la création d'une zone dépressionnaire à l'intérieur du bâtiment.
- Le cloisonnement de l'espace intérieur. Les espaces traversants et le cloisonnement parallèle aux flux favorisent la ventilation naturelle. Dans certains cas la continuité des espaces et la transparence peuvent limiter l'intimité. Dans le cas d'espaces non traversants, il est préférable que les cloisons posées perpendiculairement aux flux soient les plus poreuses possible.
Les grandes hauteurs sous plafond dans les pièces de vie, sont intéressantes du point de vue des échanges thermiques. Elles permettent aux volumes d'air chaud de s'éloigner des zones de vie et isolent les habitants des rayonnements du plafond. La hauteur sous plafond n'entrave pas la ventilation traversante, tant que les écoulements balayent tout le volume.
- Le positionnement du mobilier. Cela reste quand même du ressort des habitants et de leur appropriation de l'espace.
- La répartition des pièces en fonction du traitement de l'air vicié.

- VMC

La VMC utilise des entrées d'air neuf dans les pièces principales, des bouches de sortie d'air vicié dans les pièces de service, des conduits et un groupe d'extraction pour évacuer l'air à l'extérieur du logement. Ce type de ventilation met le logement en légère dépression par rapport à la pression extérieure.

Les entrées d'air utilisées sont couramment de type auto réglable. Les bouches d'extraction sont parfois auto réglables, parfois fixes (25).

La VMC permet d'assurer aisément les débits minimum de ventilation exigés par la réglementation, et ce, indépendamment des conditions climatiques extérieures comme la température et le vent. Par cette technique, le renouvellement d'air est bien assuré, celui des pièces principales l'est également mais est sensible à la répartition de la perméabilité à l'air à l'enveloppe du logement (25).

En contrepartie, elle se heurte à un certains nombres de difficultés :

- la qualité de la mise en œuvre ainsi que la maintenance laissent souvent à désirer ;
- la VMC souffre d'une sous-information auprès de l'utilisateur sur son rôle, son fonctionnement, son entretien et son utilisation. De plus, de par son fonctionnement permanent et ses possibilités réduites d'intervention, ce système de ventilation entre parfois en conflit avec la démarche toujours plus grande d'appropriation de son logement par l'habitant ;
- les systèmes de ventilation par extraction mécanique mettent plus fortement le logement en dépression par rapport à l'environnement extérieur que les systèmes de ventilation naturelle, ce qui accroît les risques de refoulement des produits de combustion dans les cheminées d'agrément et de pénétration des polluants extérieurs.

- VMC hygroréglable

La ventilation hygroréglable est une ventilation dont les débits d'air sont automatiquement modulés en fonction du taux d'humidité de l'air intérieur du logement, les débits extraits augmentant avec l'humidité (25).

Par rapport à une ventilation mécanique classique, la ventilation hygroréglable permet de limiter les déperditions par renouvellement d'air et de mieux prendre en compte l'occupation. elle permet une meilleure adaptation des débits aux besoins liés à l'humidité relative de l'air intérieur.

La ventilation hygroréglable est favorable au maintien de la qualité de l'air intérieur, lorsque la pollution est due à la vapeur d'eau ; en revanche, pour des pollutions « sèches » comme la fumée de cigarettes, les débits de ventilation peuvent être insuffisants au maintien de la qualité de l'air. De plus, ces systèmes nécessitent en général des interventions de maintenance plus importantes qu'en VMC et, étant d'une technologie plus complexe, les composants de ventilation sont plus coûteux et fragiles (25).

- Ventilation double flux

La VMC double flux est un système de ventilation par insufflation et extraction mécanique centralisée comprenant un groupe de ventilation et de récupération de chaleur, un réseau d'insufflation d'air neuf, un réseau d'extraction d'air vicié. L'air neuf, capté par une prise d'air extérieur située en dehors de toute zone de pollution, passe à travers l'échangeur de chaleur avant d'être insufflé dans les pièces principales par l'intermédiaire d'un réseau de conduits. L'air vicié est extrait des pièces de service par le ventilateur d'extraction puis refoulé dans le caisson comprenant l'échangeur avant d'être rejeté à l'extérieur du logement (25).

Bien qu'ayant connu dans l'habitat collectif à la fin des années 70 un développement important couplé à celui des pompes à chaleur sur l'air extrait, le marché de la ventilation double flux dans l'habitat n'est réellement significatif que dans le secteur de la maison individuelle (25).

La ventilation double flux est une technique qui présente de nombreux avantages, notamment une meilleure qualité de ventilation que la VMC simple flux grâce à la maîtrise des débits d'air neuf dans les pièces principales et la possibilité d'économiser l'énergie correspondant au renouvellement de l'air par la présence d'un échangeur de chaleur. Il y a également possibilité de satisfaire facilement des exigences complémentaires de confort et de qualité de l'air par des fonctions nouvelles comme le rafraîchissement d'été, l'humidification de l'air en hiver, la filtration. Toutefois, les économies escomptées ne sont réalisables que si un soin particulier est apporté à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du logement, ce système de ventilation étant particulièrement sensible à la perméabilité à l'air. Il convient également de veiller à ce que l'installation ne soit pas source de bruits pouvant être spécialement gênants dans les chambres (25).

La climatisation

En cas d'inconfort, la climatisation peut être complémentaire de la ventilation naturelle. En effet, il est souvent affirmé dans des publications, qu'en cas d'épisodes caniculaires, **le rafraîchissement des personnes sensibles et en particulier des personnes les plus âgées, durant une période de deux à trois heures chaque jour, permettrait de réduire très sensiblement le risque de surmortalité**. Cette affirmation ne repose actuellement sur aucune étude clinique ou épidémiologique, mais sur une estimation du temps nécessaire au corps humain pour obtenir le retour à une température normale en situation d'hyperthermie. La durée de rafraîchissement de l'ordre de deux à trois heures a été fixée de façon empirique dans le but d'offrir une relative marge de sécurité (24).

A l'occasion de vagues de chaleur, l'effet bénéfique de la climatisation des locaux n'est admis que sur la base de quelques études scientifiques uniquement américaines et qui ne concernent que des systèmes centralisés, dans des immeubles d'habitation ou du secteur tertiaire. Cependant, compte tenu du nombre de décès observés lors de la canicule d'août 2003 - et bien qu'il n'existe aucune publication scientifique relative spécifiquement à ce type de bâtiment qui démontre l'intérêt d'une telle démarche -, il a été proposé **de créer, dans les établissements de soin ou d'accueil des personnes âgées, un espace climatisé ou une pièce rafraîchie** au sein desquels les résidents pourraient trouver, quelques heures par jour, un espace tempéré à l'occasion des épisodes de canicule.

Le système de climatisation doit être pris en compte dès la conception du bâtiment. Il est préférable de prévoir des espaces de petites dimensions afin d'obtenir un système plus efficace et de pouvoir utiliser l'installation de manière intermittente et donc moins énergivore.

Il est important de noter que l'installation de climatisation relève de professionnels afin de la dimensionner au mieux en fonction du type de bâtiment dans une perspective future et à long terme, et afin de respecter les règles d'installation prescrites par les règles de sécurité et les normes. Le mauvais dimensionnement d'un système de climatisation s'avère source d'inconfort et pose des réels problèmes sanitaires : allergie, problème d'hygiène...

Une surveillance et un entretien professionnels de cette installation sont indispensables pour éviter des problèmes sanitaires ; **Les populations utilisatrices que sont les personnes âgées doivent éviter les chocs thermiques et leurs impacts sur la santé**, en adaptant leur alimentation, leurs tenues vestimentaires et leurs traitements, lors du passage d'une pièce à une autre, selon les recommandations formulées par le plan canicule du 5 mai 2004.

Les personnes âgées vivant à leur domicile devront également faire l'objet d'une attention particulière de la part des établissements de santé pouvant ponctuellement les

accueillir, notamment en leur facilitant l'accès, quelques heures par jour, à des pièces climatisées ou rafraîchies naturellement.

Il est important de savoir que les multiples **climatiseurs individuels** vendus sur le marché offrent des **performances médiocres**. Les utilisateurs et les vendeurs privilégient des climatiseurs bon marché, peu performants et à courte durée de vie. De plus l'utilisation de ces petits climatiseurs individuels n'est pas satisfaisante ni d'un point de vue économique, ni du point de vue énergétique. Cependant, souvent apprécié comme objet de valorisation sociale, leur installation s'affirme depuis ces dernières années et pour la France surtout depuis l'été dernier.

Cependant, bien que la climatisation apparaisse comme la solution « miracle », elle peut avoir des conséquences sanitaires et environnementales importantes. Les ministères chargés de la santé et de l'environnement ont demandé à l'Afsse d'établir un rapport sur les impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation dans les établissements de santé accueillant les personnes âgées et un autre pour l'habitat collectif ou individuel. Ces deux rapports ont été élaborés avec entre autres la collaboration du CSTB. Ils insistent bien sur le fait que la « climatisation ne saurait être considérée comme une panacée permettant de régler, pour un coût forcément élevé, les erreurs de conception ou de gestion d'un bâtiment. »

Ils précisent également qu'un bon usage des portes, des fenêtres et des volets, une bonne isolation ainsi que l'utilisation des pièces naturellement rafraîchies doivent être mis en œuvre de manière prioritaire sur toute installation (24).

Impact sanitaire de la climatisation : voir annexe 8.

B) environnement du bâtiment idéal

La littérature, ainsi que la canicule d'août 2003, ont montré (voir §2.1.2 sur les facteurs environnementaux) que l'urbanisme est un facteur de surmortalité en cas de vague de chaleur.

De façon plus générale, il est clairement établi que le climat est modifié par les zones urbanisées (26).

La présence d'un ensemble urbain modifie profondément la structure de la couche limite atmosphérique tant du point de vue dynamique que du point de vue thermique. En effet, l'écoulement d'air va être très perturbé par la présence d'obstacles nombreux, rapprochés, et d hauteurs inégales ; de plus, le remplacement du sol naturel par de grandes étendues de béton, de bitume, de pierres, etc., ainsi que la concentration sur un espace réduit de processus de combustion (chauffage, industrie, transports, métabolisme humain) vont provoquer une modification importante du bilan énergétique entre le sol et l'atmosphère. La pollution de l'air va entraîner également une modification des échanges radiatifs et des précipitations. Enfin, l'imperméabilité du sol et la diminution des surfaces évapotranspirantes vont perturber le bilan hydrique annuel (26).

Divers paramètres climatologiques sont donc modifiés en milieu urbain : la composition de l'atmosphère, les rayonnements, l'humidité de l'air, le vent, les précipitations et surtout les températures avec l'effet « îlot de chaleur » (J.P Besancenot, 2002) comme cela a été décrit dans la partie 2.1.2 (4).

Les interactions entre les paramètres climatologiques et le bâti peuvent être importantes. En effet, les bâtiments vont perturber l'écoulement d'air, le rayonnement solaire et, à un moindre degré la température et l'humidité de l'air. Ils vont créer de plus un apport notable de rayonnement thermique par le sol et les murs. Ils vont ainsi induire, dans le cas de certaines configurations architecturales des microclimats susceptibles de modifier profondément les données de base du confort hygrothermique par rapport à une zone dégagée en rase campagne. Ces problèmes ne sont pas encore beaucoup étudiés, aussi

bien du point de vue climatologique que du point de vue physiologique, sociologique, psychologique... mais cela tend à se développer (26).

Les solutions sont une végétation et une plantation suffisantes aux alentours du bâtiment.

La végétation

La végétation permet l'ombrage, filtre les poussières en suspension, fait écran aux vents tout en favorisant la ventilation, oxygène l'air et le rafraîchit par évapotranspiration.

La végétation participe à la protection solaire. Elle apporte un ombrage et crée un microclimat par évapotranspiration. Le choix de l'espèce est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité. Ainsi, le feuillage d'un arbre peut filtrer de 60 à 90% du rayonnement solaire et un tapis de végétation réduit également le rayonnement solaire réfléchi par le sol (21).

La végétation est un outil efficace de protection solaire et du contrôle de rayonnement. Elle permet de stabiliser la température de l'air par rétention de l'eau dans ses feuilles et par évaporation de l'eau à leur surface. Lorsque l'eau est en contact avec l'air chaud non saturé, deux phénomènes se produisent : d'une part a lieu un échange de chaleur entre l'eau et l'air ; d'autre part l'évaporation abaisse la température de l'air en puisant l'énergie nécessaire à son évaporation. Elle empêche la température nocturne de baisser rapidement et maintient la température diurne plus basse que celle de l'atmosphère.

La végétation agit sur la qualité de l'air. En captant le carbone par le phénomène de la photosynthèse, elle transforme le CO₂ en oxygène (21).

La végétation empêche le réchauffement du sol et son évaporation. Elle permet le contrôle de l'érosion du sol, atténue les bruits environnants et régule la circulation du vent autour des constructions. Les plantations créent des zones de basses et hautes pressions favorisant l'écoulement de l'air au travers des bâtiments. Les arbres qui jouent le rôle de protection solaire doivent avoir un tronc élancé afin de ne pas freiner l'écoulement du vent (21).

Les plantations aux abords des bâtiments

Les plantations aux abords des bâtiments diminuent les rayonnements solaires directs, réfléchis et diffus. Conjuguées à l'eau, elles favorisent un microclimat d'air rafraîchissant (21).

Dans de nombreux contextes culturels, les espaces extérieurs sont essentiels aux bonnes pratiques des habitants. Une multitude de signes symboliques ou physiques permettent d'établir une hiérarchie de ces espaces extérieurs. La transition se fait des espaces publics aux espaces les plus privatifs. En fonction du contexte d'intervention, les espaces extérieurs contigus aux habitats, les chemins, les ruelles de voisinage, les rues, les places...nécessitent un traitement climatique. Le confort de ces espaces de transition est l'un des critères décisifs de leur utilisation (21).

La végétation doit être intégrée aux zones bâties afin d'améliorer l'environnement immédiat de chaque construction. Aux valeurs esthétiques s'ajoute le confort thermique qu'elle procure par l'ombrage, mais aussi par l'évaporation. Par ce biais, les températures ambiantes sont abaissées, le niveau d'humidité est amplifié et la ventilation naturelle canalisée (21).

En conclusion : pour un bâtiment idéal en Ile de France, il est nécessaire de conjuguer :

- du point de vue architectural : une orientation évitant au maximum le sud et le sud ouest pour les grandes baies vitrées. En revanche, il faut maintenir des façades à l'est, voire à l'ouest pour avoir une bonne luminosité surtout durant la période « froide » qui dure environ 10 mois sur 12. Il est nécessaire d'associer une bonne inertie thermique avec une toiture isolante et de bonnes protections solaires avec des protections intégrées à la baie pour les ouvertures, des volets et stores pour les fenêtres, et pour finir, une bonne ventilation naturelle. Eviter la climatisation au maximum et si les dispositions ci-dessous sont prises, même en cas d'installation de climatisation, les consommations seront moindres et pas superflues.
- Par rapport à l'environnement du bâtiment : les plantations et espaces verts autour des bâtiments doivent être favorisés au maximum.

3.1.2 Spécificités pour les établissements pour PA et PH

Les considérations évoquées ci-dessus concernant l'architecture et les alentours, permettant de définir un bâtiment idéal sont toujours valables pour les établissements pour PA et PH. Cependant, il faudra prendre en considération d'autres caractéristiques typiques de ces établissements.

En effet, qu'elle habite à son domicile ou dans un établissement spécialisé, la personne âgée dépendante vit dans un univers étroit qui, dans bien des cas, sera sa dernière demeure. Pour cette population, l'architecture du bâtiment, dans lequel elle vit, joue un rôle primordial.

Non seulement il faut prendre en compte les aspects architecturaux par rapport à la problématique des vagues de chaleur et du confort d'été mais aussi par rapport aux problèmes de dépendance des personnes vivant dans ces établissements. Il faut donc aussi adapter l'architecture à la dépendance. Il est important de rappeler que la dépendance évolue en fonction de l'état physique et moral de la personne et est liée aux dispositifs spatiaux et aux détails architectoniques. Pour un même seuil d'invalidité, l'adaptation de l'environnement peut reculer la dépendance. C'est le cas pour une douche accessible, une fermeture électrique des volets, une chambre permettant le passage d'un déambulateur...

Cela ne suffit pas, pour les établissements pour PA et PH et donc les personnes dépendantes, d'avoir un bâtiment idéal sur le plan conceptuel. C'est une condition nécessaire mais pas suffisante. Il faut aussi adapter l'architecture à ces personnes. L'architecture a un impact à tous les niveaux sur la qualité de vie offerte aux PA, d'autant plus fort que la personne est invalide ou fragile. Par exemple, un espace approprié leur offre une liberté de mouvement et de confort qui diminue leurs angoisses, les rend moins agressives et permet de limiter le recours aux médicaments.

Une bonne architecture permet aussi un allègement du travail du personnel.

Au delà de ces aspects fonctionnels, l'architecture a aussi une incidence physiologique et psychologique. L'éclairage naturel et artificiel, la température, le niveau sonore, les odeurs, se traduisent en sensation de confort et de bien-être (27).

En conclusion, il est primordial que l'architecture et plus généralement la conception d'un établissement pour PA et PH soit associée aux modalités de fonctionnement de l'établissement. Il doit également prendre en compte le niveau moyen de dépendance des résidents, la forme de prise en charge des personnes désorientées, l'échelle et l'organisation de l'établissement ainsi que son projet de vie qui détermine la volonté ou non de rompre avec l'image institutionnelle, la demande en terme de convivialité et l'équilibre nécessairement dialectique entre autonomie et sécurité.

Aspects réglementaires

Le cadre réglementaire de l'hébergement des personnes âgées constitue un ensemble fragmentaire, où coexistent des textes de nature très différente et n'ayant pas tous la même portée juridique, depuis des dispositions constructives générales- concernant par exemple la sécurité incendie ou l'accessibilité aux personnes handicapées- jusqu'au recommandations émanant des caisses de retraite (27).

La matière n'intéresse pas en effet le pur droit de la construction mais relève aussi d'autres domaines et notamment de l'action sanitaire et sociale (27).

Dans le paragraphe précédent, il s'agissait de définir les éléments caractéristiques d'un bâtiment idéal aussi bien pour les logements que pour les établissements pour personnes âgées et handicapées. Ces caractéristiques ont été présentées et décrites uniquement sur une base de considérations architecturales et conceptuelles. Il n'a pas été question de savoir comment ces caractéristiques sont transposables dans la réalité.

Dans ce qui suit, le but est d'identifier les modalités possibles de transposition de ce modèle de construction pour les bâtiments neufs et les bâtiments en réhabilitation.

3.2 Déclinaison aux bâtiments en réhabilitation

3.2.1 Généralités pour domiciles et établissement

Le marché de l'habitat en réhabilitation est actuellement beaucoup plus important que celui de l'habitat neuf. Les constructions neuves ne prennent que 9% de la part du marché de la construction.⁹

Il existe deux types de réhabilitation : la réhabilitation légère et la réhabilitation lourde. Avant toute réhabilitation, un diagnostic du bâtiment doit être réalisé et c'est à ce niveau que sera décidé quel type de réhabilitation et donc quel type de travaux sera effectué sur le bâtiment.¹⁰

C'est donc à ce niveau qu'il convient d'agir pour apporter les nécessaires modifications au confort d'été et permettant de se protéger des risques liés aux vagues de chaleur.

Il est vrai que l'architecture de ces 30 dernières années a souvent retenu des façades vitrées plus que nécessaires et surtout dans les établissements de santé.

Dans ces conditions, lors de la réhabilitation de ces bâtiments, il faudra essayer de trouver des solutions pour les protéger au maximum du rayonnement solaire lors des vagues de chaleur.

Une des priorités est, comme cela a été vu précédemment, l'isolation des toitures, qui pourrait éviter une surchauffe des étages.

Pour assurer une importante résistance thermique de la toiture, il existe trois voies complémentaires : la ventilation des combles, les surfaces réfléchissantes, et les matériaux isolants. Lorsque la toiture est peu ou pas ventilée, les transferts d'énergie solaire dépendent des caractéristiques de couleur et d'isolation de la toiture.

Les couleurs claires et les surfaces réfléchives en toiture réduisent l'absorption du rayonnement solaire. L'entretien régulier de la toiture est nécessaire.

Dans le plan climat 2004, présenté le 22 juillet par le ministre chargé de l'environnement (voir partie 2.1.1), une réglementation thermique sera mise en place, pour la 1^{ère} fois dans le cadre des rénovations les plus importantes des bâtiments existants. Des seuils de performance énergétique seront introduits pour certains travaux de réhabilitation.

⁹ Entretien de M.Cochet et M.Riberon le 24 juin 2004

¹⁰ idem

3.2.2 Spécificités aux domiciles

Pour les logements privés, on ne pourra sûrement pas changer l'orientation, ni les matériaux, ni les façades, mais axer les travaux sur la ventilation, la climatisation, les protections solaires et l'environnement du bâtiment comme la plantation de végétation.

Il faut éviter lors des projets de réhabilitations la mise en place de pare soleil (voir § pare soleil).

3.2.3 Spécificités aux établissements

Une grande partie des projets portent sur la réhabilitation ou l'extension de bâtiments existants. Ces travaux souvent importants sont l'occasion de transformer en profondeur le concept de l'édifice et la structure de son plan.

Les réhabilitations concernent :

- les réaménagements des volumes existants ;
- l'extension de bâtiments existants ;
- la construction d'un nouveau bâtiment ;
- l'intégration d'un espace extérieur ;

L'essentiel des recommandations porte sur la conception des bâtiments qui doit prendre en compte, en priorité, des principes de bon sens (23) :

- l'orientation doit tenir compte des besoins d'hiver et été ; un axe longitudinal nord-ouest/ sud-est semble le meilleur compromis.
- L'isolation, notamment des façades et toitures, doit être soignée, voire renforcée et l'inertie thermique importante.
- Les ouvertures et surfaces vitrées doivent être dimensionnées en fonction de l'usage des pièces et rester dans des proportions raisonnables ; elles doivent être protégées du rayonnement solaire direct, de préférence par des brise-soleil, à défaut par des stores ou volets roulants suffisamment écartés des vitrages. Le filmage des vitres reste une solution incertaine.
- L'environnement immédiat des bâtiments doit être traité pour éviter les réverbérations intempestives; les espaces verts sont la meilleure réponse, à plus forte raison s'ils comportent des végétaux de haute tige qui apportent une fraîcheur supplémentaire.

Les mesures à moyen terme seraient :

- faire évoluer le cahier des charges des constructions neuves et des réhabilitations de bâtiments (orientation des bâtiments, répartition des locaux, isolation des façades et toitures, inertie thermique, surfaces vitrées, traitement d'air, environnement) ;
- dans les prochaines opérations de rénovation, prévoir l'amélioration des isolations de façade, par l'extérieur ;
- créer des protections solaires sur les façades ouest et sud-ouest ;
- créer des environnements végétaux, de préférence avec des arbres de haute tige.

Note : Il est évident que les recommandations qui pourront être faites ou bien même les mesures préventives à mettre en place seront différentes selon qu'elles concernent un bâtiment déjà existant ou un futur projet à réaliser.

Il semble difficile pour les bâtiments existants de modifier l'un ou l'autre de ces paramètres car c'est long et souvent onéreux (23).

Pour les futurs projets, il est indispensable de procéder dès le cahier des charges du concours de maîtrise d'œuvre, à l'analyse de conception des façades (23).

Les prescriptions à suivre sont :

- pour des façades exposées au rayonnement solaire, refus de surfaces vitrées trop importantes ou d'une absence de protection des ouvertures (type brise-soleil) ;
- une isolation par l'extérieur des façades qui sera favorisée.

3.3 Déclinaison aux bâtiments neufs

Les constructions neuves doivent obéir à la nouvelle réglementation thermique la RT 2000. Ces nouvelles règles thermiques imposent aux architectes de tenir compte des apports solaires, au regard du confort des occupants, lors de la conception des bâtiments.

3.3.1 Réglementation thermique RT 2000

Après plusieurs années de travail et de concertation avec les professionnels, la **Réglementation Thermique 2000** est entrée en vigueur en **2001** pour tous les permis de construire déposés à partir du 2 juin. Les décret et arrêté ont été publiés au *journal officiel* du 30 novembre 2000 .

La réglementation thermique porte à la fois sur les bâtiments neufs résidentiels et tertiaires. Elle vise à réduire les consommations d'énergie de 20 % dans les logements et de 40 % dans le tertiaire, et à limiter l'inconfort d'été dans les locaux non climatisés.

Elle s'exprime sous forme de performances à atteindre pour laisser toute liberté de conception aux architectes et aux bureaux d'études afin de favoriser l'innovation technologique et l'optimisation de leurs projets (28).

Elle impose trois exigences à satisfaire :

- la consommation d'énergie doit être inférieure à une consommation de référence ;
- la température atteinte en été doit être inférieure à une température de référence ;
- des performances minimales sont requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage ...).

Elle prend en compte de manière plus globale qu'auparavant les consommations d'énergie. Elle envisage de manière détaillée les consommations pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, la ventilation, l'éclairage du tertiaire et bientôt la climatisation. Et, nouveauté, elle intègre des exigences destinées à améliorer le confort d'été (28).

Dans ce qui suit, nous nous intéresserons uniquement aux modalités concernant les logements.

Cette nouvelle réglementation répond à la volonté du Gouvernement de réduire les consommations d'énergie des bâtiments, qui contribuent pour plus du quart à la production des gaz à effet de serre, conformément aux accords de Rio et de Kyoto.

Conformément au programme national de lutte contre le changement climatique, arrêté en janvier 2000, les exigences de la réglementation thermique pour les bâtiments neufs seront renforcées progressivement tous les cinq ans. La réglementation des constructions neuves (1% du parc existant) doit jouer un rôle d'entraînement pour optimiser les performances des produits destinés à la réhabilitation.

Dans le secteur résidentiel, la réglementation thermique 2000 fixe un niveau d'isolation de référence indépendant de l'énergie de chauffage utilisée (gaz, électricité, fioul). Ceci ouvre la possibilité de changer d'énergie à tout moment de la vie du bâtiment.

Au niveau des pratiques constructives des maisons individuelles et des immeubles collectifs de logements, il faut attendre la généralisation des vitrages peu émissifs, plus isolants que les vitrages actuels comme le prévoit le programme national de lutte contre le changement climatique :

- le renforcement de l'isolation en toiture ;
- une banalisation de la ventilation hygro-réglable dans le cas du chauffage électrique ;
- le recours à des chaudières sans veilleuse pour le chauffage au gaz ;
- le renforcement de l'isolation des murs.

A cela s'ajoute un renforcement du traitement des ponts thermiques entre façades et murs verticaux pour les immeubles collectifs de logements.

La RT 2000 doit intégrer prochainement la notion de confort d'été, notion décrite et développée dans la partie 3.1.1.1, qui doit être pensée dès la conception. Comme cela a été vu précédemment, il s'agit de dispositions constructives pour éviter le recours systématique à la climatisation avec en général une consommation excessive d'énergie, tout en protégeant au maximum le logement de la chaleur.

L'idée n'est pas de supprimer la climatisation mais de montrer comment on peut l'éviter au maximum.

D'ailleurs, le confort d'été fait l'objet de différentes exigences selon que le bâtiment est climatisé ou non. Des dispositions constructives sont fixées pour éviter le recours systématique à la climatisation. Les apports solaires doivent être limités et maîtrisés pour éviter le surdimensionnement des groupes de production de froid en cas de climatisation. Un juste équilibre doit être trouvé entre la thermique d'hiver et le confort d'été. La transmission solaire des façades doit être limitée à un seuil au-delà duquel la diminution des besoins de chauffage est annulée par l'augmentation des charges de climatisation (29).

Pour les bâtiments non climatisés, il faudra optimiser la conception, prendre en compte l'orientation et la situation du bâtiment dans son environnement. Les protections solaires doivent assurer le confort et limiter la température intérieure, notamment pour les bâtiments à faible inertie. 30% de la surface des baies doit être mobile pour assurer la ventilation, ce qui nécessite de prendre en considération l'exposition au bruit pour les zones de sommeil. En cas d'importante exposition au bruit, les bâtiments climatisés ou non doivent être équipés d'une VMC. Comme le fait remarquer l'architecte Alain Enard lors de son interview par *Direct Résidentiel* « le gros problème est surtout l'occultation, car il est plus difficile de se protéger du soleil que de s'ouvrir à lui » (29).

L'occultation mobile, secteur encore peu développé, semble être une solution intéressante de même que les installations conçues avec des systèmes isolants mobiles, orientables, résistants et adaptables à tout type de bâtiment.

Remarque : les établissements pour les personnes âgées et les personnes handicapées sont également soumis à la nouvelle réglementation thermique lors de leurs constructions.

3.3.2 Développement durable

Le développement durable est un domaine en vogue actuellement. Depuis que les problèmes environnementaux sont devenus une des préoccupations majeures. L'objectif assigné à la France par le protocole de Kyoto, qui est de stabiliser en 2010 ses émissions de gaz à effet de serre au niveau de celles de 1990, a déterminé l'élaboration et l'adoption du Programme national de lutte contre le changement climatique par le gouvernement en 2000 (PNLCC), et en particulier la répartition qui y est estimée des évolutions à suivre par chaque secteur économique pour parvenir à cet objectif. Le domaine de la construction et donc des habitations est concerné ainsi que la climatisation.

Dans ce qui suit, sont exposés trois approches s'inscrivant dans la problématique du développement durable : le développement des bâtiments à énergie positive, l'architecture bioclimatique, la climatisation durable.

Vers des bâtiments à énergie positive

Quatre industriels majeurs du bâtiment et de l'énergie, **ARCELOR**, **EDF**, **GAZ DE FRANCE** et **LAFARGE**, ont décidé de s'associer à l'initiative de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (**ADEME**) et du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (**CSTB**), pour créer la Fondation bâtiment-énergie présentée par le ministre délégué à la Recherche François d'Aubert lors de sa conférence de presse du mercredi 16 juin 2004 (30).

Le but premier de cette fondation sera donc de soutenir des recherches d'intérêt général permettant de faire progresser ces technologies, avant tout dans les domaines de l'isolation, de la ventilation et de l'efficacité des systèmes de chauffage et de refroidissement, intégrant les énergies renouvelables. Les progrès doivent bénéficier aux bâtiments neufs mais aussi aux bâtiments existants en développant de nouvelles approches de réhabilitation.

Cette condition est incontournable pour lutter contre le changement climatique compte tenu de la contribution du parc bâti à la consommation d'énergie et pour favoriser notre indépendance énergétique.

Par ailleurs, le CSTB entend être, avec l'ADEME, un acteur central des innovations qui permettront de réussir ce challenge et a initié un programme de recherche technologique ambitieux sur le « bâtiment à énergie positive » qui s'inscrit dans le droit fil de la fondation. L'idée force est de faire du bâtiment un lieu de production d'énergie décentralisée utilisant les énergies renouvelables : vent, soleil, géothermie superficielle, biomasse ... Le bâtiment assure ses propres besoins et l'énergie non consommée est restituée sur le réseau qui devient une immense coopérative de production. C'est une révolution mais elle est déjà en marche chez certains de nos voisins allemands et suisses (30).

Outre le développement de technologies et composants innovants, ce programme met l'accent sur la conception des bâtiments pour donner les moyens aux architectes d'intégrer la notion de « bâtiment à énergie positive » dès la conception d'un projet. Il s'agit de concilier confort des occupants et protection de l'environnement.

Ce programme poursuit trois objectifs :

- **Diminuer la contribution à l'effet de serre du stock de bâtiments existants.** Le parc de logements construits avant 1974 est estimé à 12 millions d'unités dont il faut diviser par trois ou par quatre les consommations énergétiques pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. L'effort de recherche portera en priorité sur l'isolation, la ventilation, l'efficacité des systèmes de chauffage et de rafraîchissement.
- **Lancer une génération de bâtiments consommant trois à quatre fois moins d'énergie que les bâtiments neufs.** Les recherches concernent l'intégration des nouvelles technologies, l'abaissement de leur coût et les conditions d'usage par les occupants. L'objectif est d'arriver d'ici à 10 ans, à une part significative (25 à 30%) de bâtiments très performants dans la construction neuve.
- **Préparer les bâtiments à énergie positive.** Il s'agit d'imaginer les solutions techniques qui permettront de faire en sorte que la somme des besoins d'énergie fossile ou électrique soit inférieure à la somme des apports internes et des apports récupérables des énergies renouvelables (bois, solaire thermique, solaire photovoltaïque...).

Les prototypes de bâtiment à énergie positive sont attendus à un horizon de cinq ans pour une fabrication possible à grande échelle à la fin de la prochaine décennie, dans des conditions économiques et d'usage compatibles avec nos exigences de confort et notre niveau de vie.

L'architecture bioclimatique

La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement (31).

La démarche HQE

La haute qualité environnementale est une démarche globale de management du projet visant à minimiser l'impact d'un bâtiment sur son environnement (intérieur, local ou global), durant l'ensemble de son cycle de vie (32).

La climatisation durable

Les systèmes de climatisation connaissent une forte croissance. Cet engouement peut être lié au souci légitime des personnes pour leur confort en période estivale, et à leur volonté de se prémunir, eux et leurs proches, contre les effets d'une éventuelle canicule.

Malheureusement, les appareils climatiseurs ont aussi leurs effets pervers : forte dépense énergétique, émission de polluants et de gaz à effet de serre.

L'action climatisation durable, du plan climat (voir 2.1.1), aura pour but d'améliorer l'information des consommateurs, de mettre en place des bonnes pratiques des professionnels, de rendre l'Etat exemplaire, et d'imposer un règlement européen sur le contrôle des climatiseurs.

Origine de la pollution

La réfrigération et la climatisation utilisent des gaz frigorigènes (les HFC1), forts contributeurs au changement climatique. La progression de la climatisation, déjà très avancée dans les véhicules et le bâtiment tertiaire, et qui s'amorce dans le résidentiel, accroît significativement les émissions de ces gaz : elle doit conduire à rechercher l'emploi de fluides moins nocifs pour l'atmosphère, à réduire les fuites de fluides, à limiter le recours à la climatisation grâce à des dispositions constructives et des comportements plus adaptés.

Les émissions de HFC du secteur transports sont essentiellement liées à la généralisation de la climatisation automobile et marginalement aux transports frigorifiques. Celles comptabilisées au titre du secteur résidentiel et tertiaire ont pour origine la réfrigération commerciale, et pour une plus faible part, la climatisation des bâtiments.

Solutions proposées

- L'étiquette énergie : Dispositif transversal du Plan Climat, l'Etiquette Energie assure une indication visuelle de l'efficacité énergétique des appareils à l'aide d'une graduation en classes de type A à G. Elle sera notamment rendue obligatoire et apposée sur chaque climatiseur à la vente. En outre, l'application de la directive sur la performance énergétique des bâtiments introduira un affichage du même type pour les biens immobiliers proposés à la location ou à la vente : on inclura les consommations éventuelles de climatisation dans l'estimation.
- La réglementation thermique des bâtiments 2005. Il sera prévu dans cette réglementation que le concepteur optimise la conception de son bâtiment à l'égard du confort d'été. Cette démarche, qui est celle de l'architecture bioclimatique, devra limiter le recours à la climatisation.
- Qualification des opérateurs intervenant sur les équipements frigorifiques (climatisation, chambres froides...)
- Plan confort d'été et climatisation : la mise en place d'un plan confort d'été de l'ADEME, qui comprend notamment la diffusion d'un guide sur ce sujet, permettra de réduire le recours à la climatisation.
- Amélioration des mélanges de HFC

3.3.3 Toitures végétales

Peu répandues en France, les toitures végétales sont plus répandues dans les pays nordiques, en particulier en Suède, pays pionnier en ce domaine. D'autres pays comme l'Allemagne, la suisse, l'Autriche, la Hollande sont concernées et connaissent un

développement important de ces toitures végétales et plus récemment en Europe de l'est, en Belgique, Espagne (Catalogne), Canada (depuis 1994), Japon (depuis 1995), et aussi au Royaume-Uni, Italie et Portugal. Les Etats-Unis sont désormais concernées depuis environ 1999 (34).

Qu'est-ce que la végétalisation extensive des toitures ?

Les systèmes de végétalisation extensive des toitures utilisent des techniques, matériaux et végétaux spécifiques. Ils sont très légers (30 à 150 kg/m²), peu épais (3 à 15 cm), économes en entretien, durables.

Domaines d'utilisation

Les caractéristiques spécifiques des végétalisations extensives de toitures permettent leur utilisation sur tout type de toitures- éléments porteurs en acier, bois ou béton, toitures accessibles ou non accessibles, toitures-terrasses plates ou en pente.

Il peut s'agir de maisons particulières, de bâtiments publics comme les établissements de santé, de groupes résidentiels, de bâtiments commerciaux....(34)

Ainsi, proposer la mise en place de toitures végétales pour les établissements pour personnes âgées et handicapées, et pour les domiciles serait tout à fait envisageable.

Avantages

Les toitures végétales permettent une très bonne protection solaire du toit, car le rayonnement solaire est partiellement absorbé par la végétation, le reste étant absorbé par la terre. Grâce à leur forte masse thermique et à l'évapotranspiration, ces toitures amortissent fortement la pénétration de la chaleur extérieure et stabilisent la température des parois sous-jacentes.

Enfin les toitures végétales limitent le ruissellement des eaux de pluies et participent à l'intégration des bâtiments dans le paysage.

La végétation extensive peut remplacer la végétation des alentours du bâtiment lorsque l'environnement du bâtiment ne permet pas d'intégration d'espaces verts vis à vis de la protection de la santé contre la chaleur. En revanche, elle ne remplace pas l'esthétisme et le confort que les espaces verts peuvent apporter.

Il est à noter que les pays qui ont mis en place des systèmes d'incitation financière sont ceux qui ont vu leurs surfaces végétalisées s'accroître considérablement, autant par les effets indirects de ces mesures (crédibilisation, médiatisation, transfert d'informations) que par l'aide concrète qu'elles peuvent représenter.

4 PROPOSITIONS DE MESURES DE GESTION ET DISCUSSION

Une fois les recommandations en matière de conception d'un bâtiment faites, le bâtiment idéal défini, il est légitime de se demander à quelle fin peut-on utiliser ces propositions. Quel est alors le rôle de l'Etat ? A quel niveau peut-il intervenir ? Quelles peuvent être les mesures de gestion en découlant ? Pour répondre à ces questions, il est nécessaire de séparer ce qui concerne les établissements de santé des domiciles. L'Etat n'a en effet pas la même action selon les établissements et les domiciles.

4.1 Propositions de mesures de gestion pour les établissements pour personnes âgées ou handicapées

4.1.1 Possibilité d'agir au niveau du CROSMS

Une des missions de la DRASSIF¹¹ est de réunir une instance collégiale, le Comité régional d'organisation social et médico-social (CROSMS). Elle se réunit environ tous les mois afin d'étudier les dossiers d'ouverture et de réhabilitation des établissements pour personnes âgées ou pour personnes handicapées. Les modalités relatives aux autorisations de création, de transformation et d'extension des établissements sont définies dans le décret n°2003-1135 du 26 novembre 2003. La composition et le rôle du CROSMS sont donnés dans le décret n°2004-65 du 15 janvier 2004.

Le CROSMS s'occupe essentiellement des questions liées au fonctionnement. Par rapport aux autres questions, le CROSMS tient compte de la qualité des espaces, de la dimension des chambres, de la circulation (avec les fauteuils roulants), des problèmes d'ergonomie qui peuvent se poser pour les personnes âgées et handicapées.

Actuellement le CROSMS ne s'occupe donc pas des questions liées au bâti, à la conception, c'est-à-dire l'architecture et la maîtrise de l'air au sein des bâtiments.

Les recommandations et réflexions apportées en terme de bâtiment idéal de la partie 3 pourraient apporter des éléments au CROSMS lui permettant de faire évoluer son niveau et sa qualité d'implication. Le service des établissements sociaux et médico-sociaux, chargé de réunir le CROSMS, prévoit de reprendre les recommandations sur l'habitat pour l'établissement d'un cahier des charges ou d'une grille faisant des recommandations en matière de conception, architecture pour les constructions neuves ou la réhabilitation des établissements.

Ces recommandations architecturales pourraient être reprises dans l'appel à projet, en cours, pour le développement de nouveaux EHPAD.¹²

4.1.2 L'opportunité du contrat plan Etat- Région de 2006

Il s'agit d'un contrat financier entre la région et l'Etat représenté par la préfecture de région. Il précise le montant des crédits à octroyer à l'échelon régional, sur une période de six ans, pour l'évolution des équipements, dans tous les domaines (route, voie de chemin de fer, universités...).

¹¹ entretien avec un inspecteur des affaires sanitaires et sociales

¹² entretien avec un inspecteur des affaires sanitaires et sociales

L'article n°17 de ce contrat plan Etat-Région, intitulé « Solidarités » définit des actions qui concernent entre autres la création et la réhabilitation d'établissements pour personnes âgées dépendantes et les personnes handicapées (adultes et enfants/ adolescents).

Il n'est pas précisé dans ce plan sur quels critères de sélection les établissements seront sélectionnés au cours des 6 années pour être réhabilités. Selon une inspectrice¹³ des affaires sanitaires et sociales du service « personnes âgées et handicapées » avec qui j'ai eu maintes fois l'occasion de m'entretenir et qui s'occupe de ces plans, le « seul » critère de sélection est l'étude des besoins de la population aux alentours de l'établissement. Les établissements, jugés délabrés, sont également prioritaires.

Il faut noter que pour les établissements pour PH, il y a beaucoup de constructions neuves.

A la suite de la canicule 2003, de ses conséquences dramatiques, 15 000 morts, dont un pourcentage non négligeable en établissements pour PA, il semble nécessaire de prendre en compte de façon plus concrète l'importance de la conception d'un bâtiment sur la santé des résidents. Le prochain plan Etat- Région est en 2006 et l'implication de l'Etat pourrait se traduire aussi par une revue des critères de sélection des établissements à financer dans le cadre du contrat plan Etat- Région.

Dans ce cas, pourquoi ne pas créer un système de surveillance des établissements « à risque » et l'utiliser comme justificatif pour la sélection des bâtiments ?

Utilisation d'une grille d'auto-diagnostic pour amorcer un système de surveillance des établissements

A la suite du déblocage de crédits par le Ministère de la santé pour la mise en place d'une pièce rafraîchie au sein des établissements pour personnes âgées et handicapées, la DRASSIF a réalisé une grille d'auto-diagnostic dans le but de repérer les établissements les plus vulnérables lors d'épisodes caniculaires et de les sensibiliser à la mise en place de climatisation.

Cette grille comporte 5 parties :

- une partie « configuration du bâti » ———— liée à l'architecture de l'établissement
 - une partie « moyens de rafraîchissement »
 - une partie « santé des résidents »
 - une partie « moyens humains »
 - une partie « continuité des soins »
- } ———— Parties liées au fonctionnement de l'établissement

Les DDASS sont alors libres de décider si elles vont procéder à une enquête en envoyant les grilles aux établissements. La DRASS a proposé une aide au dépouillement de l'enquête. Seule une DDASS a répondu rapidement à cette offre. Elle a choisi de procéder à l'enquête en envoyant la grille aux 120 établissements, maisons de retraite et foyers logements, du département. Pour différentes raisons, la DDASS a décidé de procéder elle-même au dépouillement.

Puis en procédant à un état des lieux des autres DDASS, la DRASS s'est rendue compte que les DDASS pourraient, au cours des prochains mois, procéder à cette enquête afin de repérer les établissements les plus sensibles et vulnérables.

En concertation avec le service « établissements médico-sociaux » il a été décidé que le dépouillement de l'enquête de ce département serait réalisé afin d'une part de faire un modèle de dépouillement et d'autre part, d'utiliser les résultats sur le bâti pour compléter le cahier des charges et plus exactement l'appel à projet pour la création des EHPAD.

¹³ entretien avec une inspectrice des affaires sanitaires et sociales

Pourquoi alors ne pas créer un système de surveillance des établissements à risque vis à vis du risque canicule en Ile de France ? Cela pourrait d'abord commencer avec les résultats des enquêtes effectuées par les DDASS dans les prochains mois. Ce ne serait certes pas un système de surveillance exhaustif mais ensuite ce système pourrait être une base pour la mise en place d'un système plus complet. De plus, Ce système de surveillance pourrait être en autres un moyen de justification pour la sélection des bâtiments par le plan Etat- Région.

4.2 Propositions de mesures de gestion pour les domiciles

L'Etat, à travers les actions des DDASS et DRASS, a une action vis à vis de l'habitat insalubre. L'Etat n'a le droit d'intervenir sur les logements des particuliers qu'en cas de plaintes et de constatation d'infractions au code de la santé publique, lors de la visite du domicile sur lequel porte la plainte.

Dans ce qui suit, la notion de l'insalubrité sera dans un premier temps présentée, puis un point sur la réglementation et les modes d'intervention seront exposés.

4.2.1 Qu'est-ce que l'insalubrité

Selon l'OMS, la définition de la salubrité vise des conditions d'habitat qui assurent à la fois le bien-être physique, psychique et social des occupants (35).

« Est insalubre ce qui porte atteinte à la santé ». Cette proposition de définition de l'insalubrité reste donc très générale et vague. Un projet de décret habitat est en cours de réflexion à la DGS et est attendu car il devrait préciser cette notion d'insalubrité.

4.2.2 Mode d'intervention sur l'insalubrité

La lutte contre l'insalubrité s'effectue par des mesures de police administrative, relevant de la compétence du Préfet qui permet d'imposer aux propriétaires des travaux de réparation, lorsque l'insalubrité peut être qualifiée de remédiable, avec éventuelle interdiction temporaire d'habiter. Des travaux qui peuvent être qualifiés de "reconstruction" ne peuvent être imposés au propriétaire : dans ce cas, l'insalubrité est qualifiée d'irréremédiable (même si techniquement des travaux – lourds- de réhabilitation sont réalisables) et emporte interdiction définitive d'habiter, et, le cas échéant, démolition.

L'insalubrité est évaluée par les techniciens sanitaires des DDASS, ou des SCHS, au regard des risques sanitaires et de sécurité encourus par les occupants (actuels ou éventuels) et les travaux qui peuvent être prescrits sont limités à ce qui est nécessaire à la sortie d'insalubrité. L'insalubrité peut ne concerner qu'un seul logement ou plusieurs logements dans un immeuble (35).

L'insalubrité ne permet nullement d'imposer à un propriétaire privé la réfection ou la réhabilitation totale de son immeuble.

A ce titre, les arrêtés d'insalubrité sont des mesures dites individuelles (et non des mesures réglementaires) qui s'imposent au propriétaire de l'immeuble en cause, sans ouvrir de droit de délaissement au bénéfice de celui-ci (35).

L'arrêté d'insalubrité constitue, aussi, une servitude sur l'immeuble opposable aux tiers, notamment, aux notaires ou aux acquéreurs, si elle a fait l'objet d'une publicité garantissant que les tiers ont eu les moyens de connaître la servitude.

Rappel des obligations liées à l'insalubrité remédiable et des limites de l'action administrative

En insalubrité remédiable, les logements occupés peuvent être assortis, si nécessaire, d'une interdiction temporaire d'habiter jusqu'à la réalisation des travaux et levée de l'insalubrité. S'ils sont vacants, et à compter de la notification de l'arrêté d'insalubrité prononçant une interdiction d'habiter et d'utiliser les lieux, ils ne peuvent être ni loués ni mis à disposition à quelque usage que ce soit avant que des travaux de sortie d'insalubrité soient effectués. Le propriétaire n'a pas obligation de reloger l'occupant à titre

définitif, mais d'assurer son hébergement temporaire si la nature des travaux l'exige, et de réintégrer le locataire dans le logement après travaux ; le bail n'est suspendu que pendant la durée de l'interdiction temporaire d'habiter. Il court ensuite normalement jusqu'à son échéance normale.

En ce qui concerne les travaux prescrits par l'arrêté, les pouvoirs publics ne peuvent imposer que des travaux de réparation et en aucun cas des travaux qui pourraient, de par leur nature et leur importance, être assimilés à des travaux de reconstruction, c'est à dire dont le coût serait équivalent à celui de la reconstruction des logements ou de l'immeuble. En d'autres termes, dès lors que l'on doit toucher au gros œuvre, aux éléments porteurs de l'immeuble, à sa structure, on se situe au delà des pouvoirs de police de la collectivité publique (35).

4.2.3 Quels sont les moyens des DDASS ?

Lors des enquêtes, les inspecteurs des DDASS, chargés de visiter les immeubles en vue de procéder à l'évaluation de leur insalubrité éventuelle, utilisent un document intitulé « grille d'insalubrité » transmis par la Circulaire DGS/DGUHC/SD7c/IUH4 n° 293 du 23 juin 2003 relative à la mise à disposition d'une nouvelle grille d'évaluation de l'état des immeubles susceptibles d'être déclarés insalubres. L'utilisation de cette grille n'est pas obligatoire (36).

Le CHS a demandé à un groupe de travail (au niveau national) d'évaluer la grille.

4.2.4 Proposition de mesures

Une fois l'état des lieux réalisé, il faut se demander comment l'Etat pourrait intervenir à terme par rapport au risques engendrés par la canicule dans les logements.

L'idée serait d'instaurer un réseau de surveillance environnementale dont le but serait de repérer les domiciles à risque. L'objectif serait dans un premier temps de faire un état des lieux complets du bâtiment visité. Pour commencer, on pourrait insérer quelques items par rapport au bâti dans la grille d'insalubrité utilisées par les DDASS lors des visites. Ce ne serait donc pas une surveillance exhaustive des bâtiments à risque.

Concrètement, cela peut se traduire par :

→ Un état des lieux à travers quelques items sur l'habitat : volets, protections solaires, ventilation, la date de construction, l'orientation...

Ainsi, par rapport à des bâtiments où les risques peuvent être plus élevés, il sera essentiel de donner quelques recommandations sur l'habitat et sur son utilisation.

→ Des mesures sur l'habitat : volets, climatisation, pour un logement sous les toits : revoir l'isolation par le toit...

→ Et des mesures sur une bonne utilisation d'un logement en cas de chaleur comme bien utiliser les volets.

4.2.5 Discussion

Cette réflexion a été soumise au groupe habitat santé (GHS)¹⁴ lors de la réunion du 15 juillet. La discussion qui s'en est suivie a mis en évidence les limites du système.

Tout d'abord une première limite concerne la notion d'insalubrité. En effet jusqu'où peut-on déterminer ce qui est insalubre, c'est-à-dire qui porte atteinte à la santé, par rapport à ce qui relève du confort. Actuellement, dans les textes, le risque dû à la canicule ne relève pas de la notion d'insalubrité. La mise en place par exemple de volets pour se protéger de la chaleur relève du confort même si il a été montré, par rapport à l'expérience de l'été

¹⁴ GHS : Groupe habitat santé

dernier, que des protections solaires peuvent s'avérer très efficaces contre les effets de la chaleur.

Ensuite, l'arrêté d'insalubrité dont il a été fait mention dans la partie 4.2.2, donne une obligation de résultats et non de moyens. En effet, en reprenant l'exemple mentionné ci-dessus de l'installation de stores, les DDASS ne peuvent le demander au propriétaire car une demande de mettre des volets serait considérée comme une mise en œuvre de moyens et non de résultats.

Il est ressorti de la réunion qu'il faudrait à terme faire évoluer la réglementation afin d'avoir un cadre réglementaire sur lequel s'appuyer pour mener une action concrète (et légale) sur le lieu du domicile. Actuellement, on ne peut demander voire exiger d'un propriétaire qu'il installe des volets puisque les risques liés à l'habitat ne tiennent pas compte du risque canicule.

Dans le contexte actuel, l'action des DDASS n'est pas possible. Elle relève d'avantage d'une action de l'administration centrale (DGS) afin de légiférer pour intégrer le risque canicule dans les procédures actuellement utilisées pour lutter contre l'insalubrité.

En revanche, en matière de surveillance, des actions sont possibles.

Quant à l'idée d'insérer quelques items dans la grille d'insalubrité, cela pourrait être de l'ordre de quelques éléments techniques à repérer comme l'orientation, la présence de volets, explicités de façon très concrète.

La grille d'insalubrité¹⁵ est actuellement très dense ; de plus son utilisation pose le problème de formation (par exemple sur le bâti) et de responsabilité sur des thèmes nouvellement abordés par la grille : la structure (charpente...), la sécurité.

La réflexion sur la mise en place d'un document d'enquête permettant l'élaboration d'un guide des bonnes pratiques de l'habitat s'est avérée intéressante et a été relevée. Une DDASS a proposé de choisir un département test dans lequel on pourrait procéder à l'enquête.

En conclusion, il est ressorti qu'à terme, la notion de canicule doit être intégrée comme un critère d'insalubrité. Le conseil supérieur d'hygiène pourrait être alors sollicité à ce sujet pour mener une réflexion et prendre une décision.

Les DDASS et DRASS pourraient engager certaines actions comme l'élaboration du guide mais il n'y aura une réelle incidence que si la DGS décide que les risques dus à la canicule au sein du bâtiment doivent être pris en compte.

4.3 Discussion

4.3.1 Les limites des recommandations sur l'habitat

la mise en place intempestive des climatiseurs

L'idéal, comme cela a été vu dans la partie 3, serait, afin d'adapter au mieux la conception du bâtiment, de mettre le moins possible de climatisations. En cas de nécessité, il pourra être envisagé de mettre en place un système correctement adapté et installé par des professionnels.

Seulement dans la pratique, il en est tout autre surtout depuis la canicule d'août 2003. Tout le monde s'est précipité sur l'achat de climatiseurs individuels qui comme cela a été vu précédemment, consomment beaucoup tout en étant peu efficaces (37).

¹⁵ entretien avec un ingénieur d'étude sanitaire du service santé environnement de la DRASSIF le 20 juillet 2004.

« A chaleur exceptionnelle, ventes exceptionnelles. Le marché de la climatisation s'est tout naturellement envolé après la canicule de l'été dernier. Ainsi, les chiffres fournis par Clim'Info, qui regroupe 80% du marché, les ventes de climatiseurs monosplits ont progressé de 41%, les multisplits ont enregistré une hausse de 37%, le nombre d'unités intérieures ont enregistré une hausse de 40% et plus de 30% pour les climatiseurs mobiles» (37).

Cela pose un vrai problème car l'achat intempestif de climatiseurs chez les particuliers pourrait interférer et limiter le processus de l'adoption et de la mise en place du bon habitat « écologique » qui prend en compte les risques liés à la canicule.

Les facteurs humains

Il est important de prendre en considération les facteurs humains. En effet, on peut construire le bâtiment idéal vis à vis du risque canicule et des enjeux environnementaux, mais si le logement est mal utilisé, il ne protégera plus les résidents des effets de la chaleur.

C'est un fait que la fermeture des fenêtres pendant la journée est souvent difficilement acceptable si la température de l'air intérieur est jugée trop élevée en l'absence de déplacement d'air ; de même l'ouverture des fenêtres la nuit est souvent impossible à cause des nuisances nocturnes et du sentiment d'insécurité qui en résulte. Quant aux protections solaires (voir § 3.1.1), elles peuvent vite aboutir à plonger les occupants dans l'obscurité, ce qui ne peut être accepté qu'en cas de fortes chaleur car en région parisienne, étant donné le temps usuel, les populations recherchent toujours plus de luminosité au sein de leur logement.

4.3.2 Les limites de la partie sur la déclinaison du référentiel de construction aux bâtiments en réhabilitation

Les limites de la portée de ce mémoire sont liées au cadre institutionnel dans lequel il a été réalisé. En effet, les conseils sur la conception du bâti seront utilisés directement pour les établissements de santé. Pour les domiciles, le ministère de la santé n'a aucun pouvoir sur la décision de réhabiliter ou non un bâtiment en l'état actuel de la réglementation.

Il a été important de séparer les domiciles et les établissements. En effet, ce mémoire s'effectuant à la DRASS et non sous la direction du ministère de l'équipement, les actions concernant entre autres les domiciles ne sont pas les mêmes et ne peuvent concerner directement la réhabilitation, et les constructions neuves.

En revanche, étant donné l'impact sanitaire des vagues de chaleur, ce phénomène canicule doit être réellement pris en compte comme un problème de santé publique.

Pour les domiciles, il pourrait être considéré comme un critère d'insalubrité au même titre que le saturnisme, les problèmes liés au CO, la qualité de l'air intérieur... Les effets en dehors des vagues de chaleur ne sont certes pas visibles mais la canicule de l'été passé avec ses 15000 morts a montré que l'on ne pouvait plus ignorer les effets sanitaires des canicules.

4.3.3 Concilier dépendance et aménagement des établissements pour personnes âgées et handicapées

La construction en zone urbaine est favorisée afin de faire reculer le niveau de dépendance des personnes en mettant à leur disposition équipements et commerces de proximité. Ce qu'il convient naturellement de faire c'est de favoriser au maximum les plantations dans ce cas-là et pourquoi pas les toitures végétales qui sont considérées comme des espaces verts (27).

4.3.4 Les limites de l'installation d'une pièce rafraîchie dans les établissements

Il est important de protéger les résidents des établissements de la chaleur et adapter les établissements en conséquence. C'est dans ce cadre là que la circulaire du 10 février 2004 du secrétaire d'Etat aux personnes âgées, relative à la prévention des conséquences d'une nouvelle période de canicule dans les établissements d'hébergement pour personnes âgées (EHPA), demandant aux préfets et aux DDASS d'ouvrir avant juin des pièces rafraîchies dans les maisons de retraite, a été réalisée. Cependant, face à la pression sociale, il a fallu installer des systèmes de rafraîchissement au plus vite. La mise en place de la circulaire s'est donc soldée par des installations majoritairement faites sans diagnostic ni devis. Des répercussions de la qualité des installations, souvent médiocres, vont nécessairement avoir lieu prochainement, aussi bien sur le plan sanitaire qu'environnemental.

Certes, la mise en place d'une seule pièce rafraîchie a évité la généralisation du système complet de climatisation. Cependant, le niveau de dépendance des personnes âgées dans certains établissements est très important et ne va cesser de croître. La moyenne d'âge dans les maisons de retraite en Ile de France est de 87 ans¹⁶. Comment donc amener ces personnes dans la salle commune rafraîchie ?

C'est pourquoi il est important, à terme, d'envisager sous un autre angle le confort et le rafraîchissement des résidents. Un système généralisé de rafraîchissement ou de climatisation sera peut-être incontournable dans certains établissements. Mais s'il est installé dans un bâtiment bien conçu, les effets de la climatisation seront moindres.

Il ne faut pas oublier que tout est lié : si on se contente de résoudre le problème des risques liés aux vagues de chaleur par la mise en place généralisée de la climatisation sans faire autre chose, on favorisera l'effet de serre donc les changements climatiques et par là même les épisodes caniculaires. C'est un cercle vicieux dans lequel on est en train d'entrer et dont il faut sortir au plus vite.

Pour les constructions neuves, cette dérive est moins préoccupante dans la mesure où la réglementation thermique actuelle et future, le plan climat 2004 intègrent petit à petit ces notions de maîtrise de l'énergie, de développement durable, et de confort d'été, surtout naturellement depuis l'été dernier.

En revanche, se pose le problème des réhabilitations qui ne sont pas soumises aux nouvelles réglementations. Or les réhabilitations, comme cela a été vu dans le chapitre 3.2, occupent plus de 90% des parts du marché de la construction. Il semble donc indispensable d'agir à ce niveau là.

Le plan climat 2004 stipule qu'une réglementation thermique sera mise en place pour les rénovations les plus importantes des bâtiments existants et des seuils de performance énergétique seront introduits pour certains travaux de réhabilitation. Ceci sera valable pour les domiciles.

Or, pour les établissements la réglementation est plus complexe (le moniteur) et rien n'est prévu¹⁷. La DGAS pourrait constituer un groupe de travail qui prendrait en compte le confort d'été, la maîtrise de l'énergie au sein du bâtiment, l'impact environnemental, etc. le but de ce groupe de travail pourrait être la production de dispositions réglementaires notamment. Les instances comme le CROSMS pourraient se baser dessus pour décider de l'ouverture ou la réhabilitation d'un bâtiment.

¹⁶ Entretien avec l'ingénieur d'équipement de la DRASSIF le 09 juillet 2004.

¹⁷ Entretien avec Sylviane ROGER, architecte et conseiller technique, DGAS, le 12 août 2004.

CONCLUSION

L'objectif de ce mémoire était de proposer des mesures environnementales liées au bâti pour les domiciles et les établissements pour personnes âgées et handicapées afin de réduire les risques liés à la canicule.

Ce mémoire propose notamment des solutions alternatives à la climatisation, dont la vente est en constante augmentation suite à la canicule de l'été 2003.

Des recommandations en matière d'architecture et de conception du bâti sont émises. Elles s'appuient sur une proposition de modèle de construction. Il concerne d'une part la conception du bâtiment avec des propositions liés à l'orientation du bâtiment, au choix du matériau, des protections solaires, de la maîtrise de l'air au sein du bâti et d'autre part l'environnement dans lequel le bâtiment est implanté.

Ce modèle est ensuite décliné aux bâtiments en réhabilitation, occupant plus de 90 % des part de marché de la construction, et aux constructions neuves. Cela est nécessaire puisque les réhabilitations ne sont pas soumises aux mêmes réglementations que les constructions neuves. Ces dernières dépendent de la dernière réglementation thermique, la RT 2000 visant à réduire les consommations d'énergie de 20 % dans les logements et à limiter l'inconfort d'été dans les locaux non climatisés. Des préconisations spécifiques sont donc émises.

Les caractéristiques concernant les établissements pour personnes âgées et handicapées sont ensuite spécifiées.

Puis, sont exposées des propositions de gestion pour les domiciles et les établissements permettant d'appliquer ces mesures environnementales, notamment en précisant le rôle de l'Etat et son niveau d'intervention. Ce mémoire apporte des éléments d'appréciation à la DRASS, relatifs au bâti et aux alentours des établissements. Concernant les domiciles, une évolution de la notion d'insalubrité, intégrant le risque canicule, est proposée.

Enfin sont discutées les limites de ces propositions. Une des limites majeures est l'importance des facteurs humains dans l'habitat. En effet, on peut construire le bâtiment idéal vis à vis du risque canicule et des enjeux environnementaux, mais si le logement est mal utilisé, il ne protégera plus les résidents des effets de la chaleur.

De plus, le plus gros des problèmes qui va se poser dans nos contrées où les vagues de chaleur vont être de plus en plus courantes, va être d'associer les grands froids hivernaux et les chaleurs d'été.

La solution réside peut-être dans un renforcement de l'inertie thermique et un contrôle des sources de chaleur de manière à envisager un rafraîchissement basé sur les énergies renouvelables.

Cela pourra être pris en compte rapidement pour les constructions neuves, étant donné les enjeux environnementaux et l'implication de l'Etat à travers le plan climat 2004. En revanche, pour les réhabilitations, il semble indispensable d'agir au plus vite, surtout pour les établissements.

Bibliographie

- 1- Rapport de l'assemblée nationale . *Commission d'enquête sur les conséquences sanitaires et sociales de la canicule*. Rapport n°1455- tome1. Mars 2004, 233 p.
- 2- Météo France. *Retour sur la canicule* [en ligne]. Disponible sur <<http://www.meteo.fr/>> (consulté le 28 mai 2004)
- 3- Observatoire régional de la santé. *Conséquences de la Canicule d'août 2003 en Ile de France*. Octobre 2003, 8 p.
- 4- Besancenot Jean-Pierre. *Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines*. Environnement, Risques et Santé, 2002, n° 4, vol. 1, pages 229-240.
- 5- Françoise Lalande, Sylvie Legrain, Dominique Meyniel et al.. *Rapport de la mission d'expertise et d'évaluation du système de santé pendant la canicule 2003*. septembre 2003
- 6- Anonymous. *Heat-related illnesses, deaths, and risk factors - Cincinnati and Dayton, Ohio, 1999, and United States, 1979-1997*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2000; 49(21):470-473.
- 7- Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE. *The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population*. Environ Health Perspect 2001; 109(5):463-470.
- 8- Thirion X. *La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille : enquête sur la mortalité, essai de prévention*. Santé Publique 1992; 4:58-64.
- 9- Institut de veille sanitaire. *Système d'alerte canicule et santé 2004 (SACS 2004)*. Avril 2004. 34 p.
- 10- INSEE. *Bilan démographique 2003*. Février 2004.
- 11- Hémon D, Jouglé E. *Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques*. INSERM, Paris, 2003: 1-59.
- 12- Institut de veille sanitaire. *Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France - Bilan et perspectives*. 25 novembre 2003.
- 13- Basu R, Samet JM. *Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence*. Epidemiol Rev 2002; 24(2):190-202.
- 14- Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL et al. *Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago*. N Engl J Med 1996; 335(2):84-90.

- 15- Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhelm JL, Kieszak SM et al. *Heat related mortality during a 1999 heat wave in Chicago*. Am J Prev Med 2002; 22(4):221-227.
- 16- Dematte JE, O'Mara K, Buescher J, Whitney CG, Forsythe S, McNamee T et al. *Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago*. Ann Intern Med 1998; 129(3):173-181.
- 17- Inspection générale des affaires sociales. *Mission d'expertise et d'évaluation du système de santé pendant la canicule 2003*. Janvier 2004, 77p.
- 18- Sénat. Rapport d'information. *La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise*. N° 195. Février 2004. 399p.
- 19- PNC
- 20- *Canicule : rafraîchir les bâtiments en consommant moins d'énergie*. Le Moniteur, 2003.
- 21- Guide de l'architecture bioclimatique. *Tome 3 : Construire en climats chaud*. Observ'ER. 1996-1999.pp. 116-178
- 22- Dr.C.F. *le type d'habitat, un déterminant de la surmortalité lors des canicules*. Le quotidien du Médecin, jeudi 8 janvier 2004, n°7451, pp.20-21
- 23- Groupe de travail « architecture et canicule », rapport de l'APHP- *architecture, équipements et logistique*- janvier 2004.
- 24- Agence française de sécurité sanitaire environnementale en partenariat avec le CSTB- *Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation- Etablissements de santé & Etablissements accueillant des personnes âgées* – mai 2004, 68 p.
- 25- Formation professionnelle continue- CSTB- *Climatisation et confort d'été*- document de référence- 30 nov-1^{er} décembre 1995
- 26- Ph.Duchêne-Marullaz- climatologie- *chapitre 4 : climatologie locale* - CSTB
- 27- Philippe Dehan, collection techniques de conception - *l'habitat des personnes âgées*- Le Moniteur, octobre 199, 321 p.
- 28- Site internet : <http://www.rt2000.net/infos.asp?vpage=2>
- 29- *Un bâti qui gère bien le soleil*- extrait du dossier « la nouvelle réglementation thermique »- Magazine, Direct résidentiel , n°110.
- 30- Mireille Héros – une fondation de recherche pour réduire les gaz à effets de serre- Article du CSTB magazine, juillet- août 2004
- 31- *Guide de l'architecture bioclimatique*. Tome 4 : Construire en climats chaud. Observ'ER. 1996-1999.pp. 116-178
- 32- *Observatoire de la qualité de la construction 2003*- Agence qualité construction, juin 2003
- 33- Plan climat 2004

- 34- Article- *Végétalisation des toitures : une technique d'avenir* – association pour le développement et l'innovation en végétalisation extensive de toiture ; Article toitures végétalisées
- 35- http://www.logement.equipement.gouv.fr/actu/habitatindigne/appui_methodo/analyses_themes/insalubrite/pdf/restauration_immobiliere.pdf
- 36- Thierry Salomon et Claude Aubert, *Fraicheur sans clim² le guide des alternatives écologiques*- terre vivante, 159 p.
- 37- Thierry Devige-Stewart, *le marché de la climatisation résidentielle s'envole* , Le Moniteur, 23 avril 2004

Liste des annexes

Annexe 1 : définition d'une vague de chaleur

Annexe 2 : indicateurs biométéorologiques

Annexe 3 : pathologies liées à la chaleur

Annexe 4 : plan du PNC

Annexe 5 : changement climatique prévu au cours du 21^{ème} siècle

Annexe 6 : qu'est-ce qu'une bonne isolation lors des chaleurs estivales ?

Annexe 7 : association inertie isolation

Annexe 8 : impact sanitaire de la climatisation

ANNEXE 1

DEFINITION D'UNE VAGUE DE CHALEUR

Aucune définition consensuelle d'un épisode caniculaire n'est actuellement disponible.

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) indique qu'il s'agit d'un réchauffement important de l'air, d'une période caractérisée par des températures anormalement élevées ou d'une invasion d'air très chaud (4).

Les météorologistes français définissent une vague de chaleur comme une période pendant laquelle la température maximale dépasse le seuil de 30,0°C (4). Les américains la définissent comme une période pendant laquelle la température maximale dépasse le seuil de 32,2°C pendant trois jours consécutifs (6). Les britanniques définissent une vague de chaleur à partir d'une augmentation de la température de 4°C au-dessus de la moyenne trentenaire du lieu et du mois (4). L'Institut royal de météorologie des Pays-Bas définit une vague de chaleur comme une période pendant laquelle la température dépasse 25°C de minimale pendant au moins cinq jours consécutifs et 30°C de maximale pendant au moins trois jours (7).

Une étude précise que l'on « entre dans une zone dangereuse lorsque la température maximale dépasse 35 °C et qu'elle survient après une nuit où il a fait 22 °C ou plus. Il semble que le danger survient lorsque de telles conditions persistent plus de deux jours de suite » (8).

Le problème de définition s'est posée de façon plus évidente quand il a fallu mettre au point un plan de gestion de crise, le PNC, et par là même un système d'alerte. sur quoi pouvait se baser ce système ? quelle définition donner à une canicule ? le phénomène de la canicule est lié d'un côté au phénomène météorologique et d'un autre aux conséquences sanitaires. Il est important donc de savoir à quel moment on considère qu'il y a une canicule et donc un risque sanitaire.

Jusqu'à cet été 2003, Le système existant de vigilance météorologique concernait jusqu'à présent cinq phénomènes météorologiques susceptibles d'entraîner une alerte : vents forts, fortes précipitations, orages, neige/verglas et avalanches. Les vagues de chaleur étaient signalées par des communiqués de presse météorologiques spéciaux suivant en cela les recommandations formulées par la Commission « Biométéorologie » du Conseil Supérieur de la Météorologie.

L'InVS a donc réalisé une étude afin de proposer un système d'alerte opérationnel pour l'été 2004, fondé sur une surmortalité toutes causes pouvant être liée à une vague de chaleur. Dans le cadre du Plan National Canicule, ce système a été conçu pour permettre d'alerter les autorités publiques avec trois jours d'anticipation de la survenue possible d'un

phénomène épidémique de grande ampleur en rapport avec une vague de chaleur. Les plans d'actions intervenant en amont et en aval de l'alerte sont développés indépendamment par les autorités compétentes (Plan National Canicule de la DGS). Différents indicateurs météorologiques (températures, indice bioclimatique tel que l'indice thermohygrométrique, humidité) ont été testés dans quatorze villes pilotes, afin de définir des valeurs seuils sensibles et spécifiques au-delà desquelles l'alerte sera déclenchée. Le système choisi à partir des résultats des tests a été ensuite étendu à l'ensemble des départements français. En effet, l'originalité de ce système d'alerte canicule est son extension géographique. De nombreux systèmes de prévention des vagues de chaleur existent à un niveau local dans plusieurs villes du monde (Kalkstein, Jamason, Greene, Libby, Robinson, 1996b; Michelozzi, 2003; WHO Regional Committee for Europe, 2003) mais il existe peu de systèmes nationaux. La difficulté principale a donc consisté à trouver des indicateurs biométéorologiques et des seuils adaptés pour toutes les régions climatiques françaises (9).

Il en est finalement ressorti des seuils biométéorologiques dans chacun des départements **(voir le détail des indic par département en annexe 2)**.

ANNEXE 2

INDICATEURS BIOMETEOROLOGIQUES

Seuils Département	Commune de référence	Tn-Tx en °C
Ain	Ambérieu (Château-Gaillard)	21-35
Aisne	St-Quentin (Fontaine-Les-C)	18-32
Allier	Vichy (Charmeil)	18-35
Alpes-de-Haute-Provence	St-Auban-sur-Durance	19-35
Hautes-Alpes	Embrun	18-33
Alpes-Maritimes	Nice	24-30
Ardèche	Aubenas (Lanas)	21-36
Ardennes	Charleville	17-32
Ariège	St-Girons (Lorp-sentarail)	19-35
Aube	Troyes (Barbercy-st-s)	18-34
Aude	Carcassonne	22-35
Aveyron	Salles la Source (rodez)	19-34
Bouches-du-rhône	Marseille (Marignane)	22-34
Calvados	Caen (Carpiquet)	18-31
Cantal	Aurillac	18-32
Charente	Cognac (Chateaubernard)	20-35
Charente-maritime	La Rochelle	21-33
Cher	Bourges	19-34
Corrèze	Brive la gaillarde	20-36
Haute-corse	Bastia (Lucciana)	23-33
Corse sud	Ajaccio	22-34
Cote d'or	Dijon (Ouges)	19-34
Côtes-d'Armor	St Briec (Tremuson)	17-29
Creuse	Guéret	22-33
Dordogne	Périgueux	19-35
Doubs	Besançon	19-33
Drome	Montélimar	22-36
Eure	Evreux (Huest)	18-32
Eure-et-loir	Chartres (Champhol)	18-33

Finistère	Quimper (Pluguffan)	18-30
Gard	Nîmes (Courbessac)	23-36
Haute-garonne	Toulouse (Blagnac)	21-38
Gers	Auch	20-36
Gironde	Bordeaux (Mérignac)	22-36
Hérault	Montpellier (Mauguio)	23-35
Ille-et-vilaine	Rennes (St Jacques de la l)	19-33
Indre	Châteauroux (Deols)	20-34
Indre-et-loire	Tours (Parcay-Meslay)	17-34
Isère	Grenoble (Le Versoud)	15-35
Jura	Lons-le-saunier (Montmorot)	21-33
Landes	Mont-de-marsan	20-36
Loir-et-cher	Blois	18-34
Loire	St Etienne (Boutheon)	20-35
Haute-loire	Le Puy (Chaspuzac)	16-32
Loire-atlantique	Nantes (Bouguenais)	20-33
Loiret	Orléans (Bricy)	19-34
Lot	Gourdon	20-36
Lot-et-garonne	Agen (Estillac)	20-35
Lozère	Mende (Brenoux)	15-31
Maine-et-loire	Angers (Beaucouze)	19-34
Manche	Valognes	17-28
Marne	Reims (Courcy)	18-33
Haute-marne	Langres	19-32
Mayenne	Laval (Entrammes)	18-33
Meurthe-et-moselle	Nancy/Essey (Tomblaine)	19-33
Meuse	Nancy/Essey (Tomblaine)	19-33
Morbihan	Vannes (Sene)	19-32
Moselle	Metz/Frescaty (Augny)	19-34
Nièvre	Nevers (Marzy)	18-34
Nord	Lille (Lesquin)	15-32
Oise	Beauvais (Tille)	18-33
Orne	Alençon	18-33
Pas-de-calais	Cambrai (Epinoy)	18-32
Puy-de-Dôme	Clermont-ferrand	19-35
Pyrénées-atlantiques	Pau (Uzerche)	20-34

Hautes-Pyrénées	Tarbes (Ossun)	19-34
Pyrénées-orientales	Perpignan	24-35
Bas-rhin	Strasbourg (Entzheim)	17-35
Haut-rhin	Colmar (Meyenheim)	19-35
Rhône	Lyon (Bron)	20-34
Haute-Saône	Luxeuil (St Sauveur)	18-34
Saône-et-Loire	Macon (Charnay-les-macon)	20-34
Sarthe	Le Mans	20-34
Savoie	Chambéry (Voglans)	19-34
Haute-savoie	Chamonix	14-31
Paris Paris	Montsouris	21-31
Seine-maritime	Rouen (Boos)	18-32
Seine-et-marne	Melun (Montereau-sur-le-j)	18-34
Yvelines	Trappes	20-33
Deux-Sèvres	Niort	20-35
Somme	Abbeville	18-31
Tarn	Albi (Le-sequestre)	21-37
Tarn-et-garonne	Montauban	21-37
Var	Toulon	23-35
Vaucluse	Avignon	22-36
Vendée	La Roche-sur-Yon	19-33
Vienne	Poitiers (Biard)	19-34
Haute-vienne	Limoges	16-36
Vosges	Epinal (Dogneville)	18-32
Yonne	Auxerre (St-georges-sur-b)	20-35
Territoire de Belfort	Belfort	19-33
Essonne	Paris/Orly	20-34
Hauts-de-seine	Paris Montsouris	21-31
Seine-saint-denis	Paris Montsouris	21-31
Val-de-marne	Paris Montsouris	21-31
Val-d'oise	Paris/Le Bourget	19-34

ANNEXE 3

PATHOLOGIES LIEES A LA CHALEUR

Les effets physiologiques des fortes chaleurs

L'exposition d'un individu à une température environnementale élevée peut entraîner une réponse insuffisante des mécanismes de thermorégulation. L'impact de la chaleur sur le corps humain est aggravé par l'effet conjugué du vieillissement physiologique et des pathologies sous-jacentes.

Un adulte en bonne santé peut tolérer une variation d'environ 3°C de sa température interne sans que les performances physiques et mentales soient affectées de façon importante. Cependant, la fonction physiologique de thermorégulation qui fixe la température corporelle aux environs de 37°C en conditions normales va produire une réaction de défense si celle-ci dépasse cette valeur.

Les pertes de chaleur se font surtout au niveau de la peau, par augmentation de la température cutanée liée à une augmentation du débit sanguin et par évaporation (sudation), et dans une moindre mesure au niveau du poumon.

Au cours des vagues de chaleur, quand l'environnement est chaud, le bilan des transferts de chaleur entre le corps et son environnement par conduction, convection et radiation est quasi-nul ou positif (surtout en plein soleil), l'évaporation sudorale est donc le seul moyen d'éliminer la chaleur produite par le métabolisme et gagnée depuis l'environnement. Pour favoriser cela, il faut que la personne soit capable de produire de la sueur, donc ne soit pas déshydratée et que l'air qui l'entoure soit brassé.

L'autre facteur important de régulation de la température est le débit sanguin cutané qui peut augmenter de façon considérable au cours de l'exposition à la chaleur. Cette augmentation se fait aux dépens du débit cardiaque. Les effets conjugués de l'augmentation du débit cardiaque et de la diminution du volume sanguin plasmatique, liée aux pertes sudorales, peuvent gêner l'adaptation cardio-vasculaire aux changements de position ou à l'exercice physique par exemple. Cet effet est amplifié par la digestion. La sécrétion sudorale normale représente plus de 500 ml par 24 heures et contient des sels minéraux (sodium, potassium, chlore). Toutefois, des pertes journalières de cinq à dix litres d'eau par voie sudorale peuvent survenir en environnement sec et chaud.

Un déficit en eau se constitue si l'accès libre et facile à une source d'eau n'est pas possible. Il a été montré que la qualité de cette eau conditionnait les quantités absorbées

spontanément pour se réhydrater : une température fraîche et un goût agréable (sucré) augmentent notablement les volumes ingérés.

Par ailleurs, il est connu depuis longtemps que l'adaptation à l'environnement chaud s'accompagne d'une diminution de la sensation de soif à même niveau d'hydratation ce qui provoque un état de « déshydratation chronique ». Cet état ne peut être compensé que par la prise d'un volume de boissons supérieur à ce qu'il faut pour éteindre la soif : il faut boire avant la soif et plus que la soif.

Sauf contre-indication forte (insuffisance cardiaque ou rénale), il faut obtenir que l'hydratation soit suffisante (1,5 l/j) pour maintenir une diurèse normale (1 l/j).

L'adaptation à la chaleur améliore la tolérance à la chaleur sur le plan psychologique (sensation) mais aussi physiologique en diminuant la température de déclenchement de la sudation et en augmentant la production sudorale. L'adaptation à la chaleur s'accompagne donc d'une augmentation de la production sudorale ; dans certaines conditions, celle-ci peut favoriser la déshydratation (perte d'eau et de sels minéraux). L'adaptation à la chaleur induite par exposition à un environnement chaud demande cependant du temps, environ une semaine.

Quand les apports hydriques nécessaires à compenser les pertes sudorales dépassent 2 l/j, il convient de s'assurer que la personne conserve un apport en sels minéraux suffisant, c'est-à-dire soit conserve une alimentation solide quantitativement normale soit absorbe des boissons minéralisées (jus de fruit, eaux enrichies en sel, potages...).

L'excès de chaleur peut alors entraîner :

- soit une aggravation ou une décompensation d'une pathologie existante
- soit la survenue de pathologies directement liées à l'excès de chaleur : crampes de chaleur, épuisement dû à la chaleur, insolation, coup de chaleur qui peut être fatal.

Le diagnostic

➤ Les crampes de chaleur

Les crampes de chaleur sont des crampes musculaires se situant principalement au niveau de l'abdomen, des bras et des jambes et qui surviennent surtout si on transpire beaucoup lors d'activités physiques exigeantes.

➤ L'épuisement dû à la chaleur

L'épuisement dû à la chaleur survient après plusieurs jours de chaleur : la forte transpiration réduit le remplacement des fluides et sels corporels. Il se caractérise par des

étourdissements, une faiblesse et une fatigue, une insomnie ou une agitation nocturne inhabituelle.

➤ L'insolation

L'insolation est liée à l'effet direct du soleil sur la tête et survient surtout chez l'enfant après une exposition directe au soleil et favorisée par la chaleur. Elle se caractérise par des maux de tête violents, un état de somnolence, des nausées et éventuellement une perte de connaissance, une fièvre élevée avec parfois des brûlures cutanées.

➤ Le coup de chaleur

Le coup de chaleur est une urgence médicale vitale. Le corps n'arrive pas à contrôler la température qui augmente vite et peut atteindre et dépasser 40° C. Il se manifeste par une peau chaude, rouge et sèche, des maux de tête violents, une confusion et une perte de conscience, éventuellement des convulsions.

ANNEXE 4

LE PLAN DU PLAN NATIONAL CANICULE

Comment ce plan est-il agencé ?

Ce plan comporte trois parties.

- La 1^{ère} partie traite de la **problématique et des enseignements à tirer des canicules passées**. Elle aborde la notion de vague de chaleur, décrit l'impact sanitaire des températures extrêmes et les facteurs de risque. Elle propose une analyse des principaux enseignements relevés à l'occasion des canicules qui ont touché la France et d'autres pays. Elle resitue également la problématique canicule dans son contexte international.
- La 2^{nde} partie **développe la stratégie de réponse** prévue pour faire face aux nouvelles canicules. Il précise le dispositif national de surveillance environnementale et sanitaire mis en place, la liste des organismes nationaux concernés par la canicule, une fiche d'action pour chacun d'entre eux, le schéma d'organisation nationale de l'alerte, un plan départemental type à décliner, des messages d'information type pour les différentes populations à risque, des méthodologies et procédures à mettre en œuvre par le préfet. Cette partie propose également un dispositif d'évaluation des actions de prévention et de gestion de crise en vue de leur adaptation constante.
- La 3^{ème} partie présente les **mesures transversales prévues en amont** d'une canicule pour réduire ses effets quand elle surviendra.

Le but de cette partie est :

- informer les différentes populations à risque
- former les professionnels qui en ont la charge
- d'améliorer l'organisation et les équipements dans les maisons de retraite et les établissements de santé afin d'avoir le personnel suffisant et des moyens de rafraîchissement pour faire face à une nouvelle canicule.

Sur quelles exigences repose l'efficacité du Plan canicule repose ?

➤ **la Responsabilité :**

L'Institut de veille sanitaire (InVS) est responsable de la collecte des données sanitaires, complétées par les informations recueillies auprès de Météo France, des services d'urgence et des pompiers. Son directeur a personnellement la charge d'avertir le ministre de la Santé, qui déclenche alors l'alerte. Dans les zones de défense ou les départements concernés, c'est le préfet qui est dès lors aux commandes.

➤ **La Prévention:**

Les élus locaux ont pour mission de repérer les personnes à risques. Durant l'été, la population recevra en continu des conseils pour se protéger de la chaleur et sera tenue informée en temps réel du niveau d'alerte décidé par le ministre. Chaque jour, à 6h et à 18h, Météo France publiera une carte « Vigilance chaleur ». En cas, d'alerte, les médias publics diffuseront les messages de recommandations sanitaires du ministère de la Santé.

➤ **la Solidarité :**

Sur le terrain, les professionnels de santé et les personnels hospitaliers, la sécurité civile et les associations de bénévoles sont prêts à intervenir. Les maisons de retraite et les hôpitaux disposent d'équipements et de procédures adaptés aux besoins des personnes à risque. Avant l'été, les préfets auront recensé les associations de bénévoles et vérifié leurs dispositifs de permanence estivale.

ANNEXE 5

CHANGEMENT CLIMATIQUE PREVU AU COURS DU 21^{EME} SIECLE

Changements prévus au cours du XXI^e siècle pour les phénomènes climatiques extrêmes et leur probabilité	Exemples représentatifs d'incidences prévus (toutes avec confiance d'occurrence élevée dans certains domaines)
Augmentation des températures maximales, du nombre de jours chauds et de vagues de chaleur pour la quasi totalité des zones terrestres (très probable)	<ul style="list-style-type: none">- Augmentation des décès et malades graves chez les personnes âgées et les pauvres en milieu urbain- Stress thermiques accru pour les animaux d'élevage et la faune- Modification des destinations touristiques- Augmentation des risques de dommages pour un certain nombre de cultures- Augmentation des besoins en matière de climatisation électriques et diminution de la fiabilité de l'approvisionnement énergétique
Températures minimales plus élevées (en augmentation, moins de jours froids, de jours de gel et de vagues de froid pour la quasi-totalité des zones terrestres (très probables)	<ul style="list-style-type: none">- Diminution de la morbidité et de la mortalité humaine liée au froid- Diminution des risques de dommages pour un certain nombre de cultures, et augmentation de ces risques pour d'autres- Augmentation de la gamme et de l'activité de certains parasites et vecteurs de maladies- Diminution des besoins énergétiques pour le chauffage

<p>Précipitations plus intenses (très probable, sur de nombreuses régions)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation des inondations, glissements de terrains, avalanches et dommages dus aux coulées de boue - accroissements de l'érosion des sols - suite aux inondations, une augmentation du ruissellement pourrait accroître le réapprovisionnement des couches aquifères des plaines d'inondation - accroissement de la demande en ce qui concerne les systèmes d'assurance gouvernementaux et privés et l'aide aux sinistrés
<p>Sécheresse estivale accrue sur la plupart des terres continentales à moyenne latitude et risques de sécheresse associés (probable)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - diminution des rendements agricoles - augmentation des dommages sur les fondations des bâtiments en raison de la rétractation des sols
<p>Augmentation de l'intensité des pointes de vent des cyclones tropicaux et de l'intensité des précipitations moyennes et maximales (probable, dans certaines régions)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation des risques mortels pour les êtres humains, des risques d'épidémies de maladies infectieuses et de nombreux autres risques - augmentation de l'érosion côtière et des dommages pour les bâtiments et l'infrastructure côtières - dommages accrus au sein des écosystèmes côtiers tels que les récifs coralliens et mangroves
<p>Intensification de la sécheresse et des inondations liées au phénomène El Nino dans de nombreuses régions (probable)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - diminution de la productivité des terres agricoles et des grands pâturages dans les régions sujettes à la sécheresse et aux inondations - diminution du potentiel en matière d'énergie hydroélectrique dans les régions sujettes aux sécheresses

Augmentation de la variabilité des moussons estivales en Asie (probable)	- Augmentation de l'ampleur des inondations et de la sécheresse et des dommages en Asie tempérée et tropicale
Augmentation de l'intensité des tempêtes aux latitudes moyennes (peu d'accord entre les modèles actuels)	<ul style="list-style-type: none"> - augmentation des risques mortels et des risques pour la santé humaine - augmentation des pertes en ce qui concerne les biens matériels et l'infrastructure - augmentation des dommages au sein des écosystèmes côtiers

ANNEXE 6

QU'EST-CE QU'UNE BONNE ISOLATION LORS DES CHALEURS ESTIVALES ?

Deux logements n'étant jamais strictement identiques, ni occupés strictement de la même manière, il est très difficile de mesurer *in situ* l'effet d'un isolant par rapport à un autre. Il est cependant possible d'en faire une estimation par calcul, au moyen de logiciel de simulation dynamique.

Dans le tableau ci-dessous, résultat d'une étude utilisant ce type d'outil portant sur un logement de 100 mètres carrés d'espace habitable, correctement vitré mais ne disposant pas de protection solaire particulière, et construit en matériaux de construction courants.

	vitrage	Epaisseur de polystyrène dans les murs	Epaisseur de laine de verre en toiture	Température estivale intérieure maximale	Consommation d'énergie pour le chauffage en hiver
Isolation très faible	Simple vitrage	3 cm	3 cm	36.2 °C	17 200 kWh
Isolation faible	Simple vitrage	4 cm	7 cm	33.3 °C	13 750 kWh
Isolation moyenne	Double vitrage	7 cm	14 cm	32.0 °C	11 050 kWh
Isolation forte	Double vitrage anti-émissif	10 cm	20 cm	31.5 °C	9 750 kWh

Les résultats sont très significatifs : un renforcement de l'isolation est toujours doublement bénéfique, été comme hiver, en diminuant très nettement les températures maximales estivales et les consommations d'énergie en hiver.

Cependant l'isolation, même très renforcée, ne peut à elle seule apporter la fraîcheur nécessaire lors de grosses chaleurs estivales : pour la maison étudiée, la température maximale intérieure est de 31.5°C, soit plus de 5°C supérieur à la température de confort.

L'isolation est donc une condition nécessaire mais pas suffisante dans la lutte contre la surchauffe solaire.

Elle n'est réellement efficace que si au moins une partie des parois (murs, cloisons, sol, plafond) a une masse thermique conséquente et si la ventilation permet de profiter la nuit de la fraîcheur extérieure.

ANNEXE 7

IMPACT SANITAIRE DE LA CLIMATISATION

Les impacts sanitaires d'une exposition courte à un air rafraîchi peuvent être résumés de la manière suivante :

- Impact d'un écart trop important de température lors du passage d'un local non climatisé à un local climatisé, entraînant une sensation de froid avec le développement possible de pathologies infectieuses respiratoires, virales ou bactériennes.
- Phénomènes d'irritation de la peau et des muqueuses, oculaires et respiratoires, liés à l'émission de poussières par des systèmes ou appareils mal entretenus.
- Nuisances sonores par des climatiseurs individuels mal réglés
- Plaintes d'inconfort, en cas d'exposition plus longue à un air rafraîchi et sec
- Plus rarement, des manifestations allergiques liées à un mauvais entretien des installations
- Par ailleurs, certaines installations de climatisation peuvent engendrer un risque de légionellose lié à une maintenance insuffisante des tours de refroidissement, lorsqu'elles en sont munies

ANNEXE 8

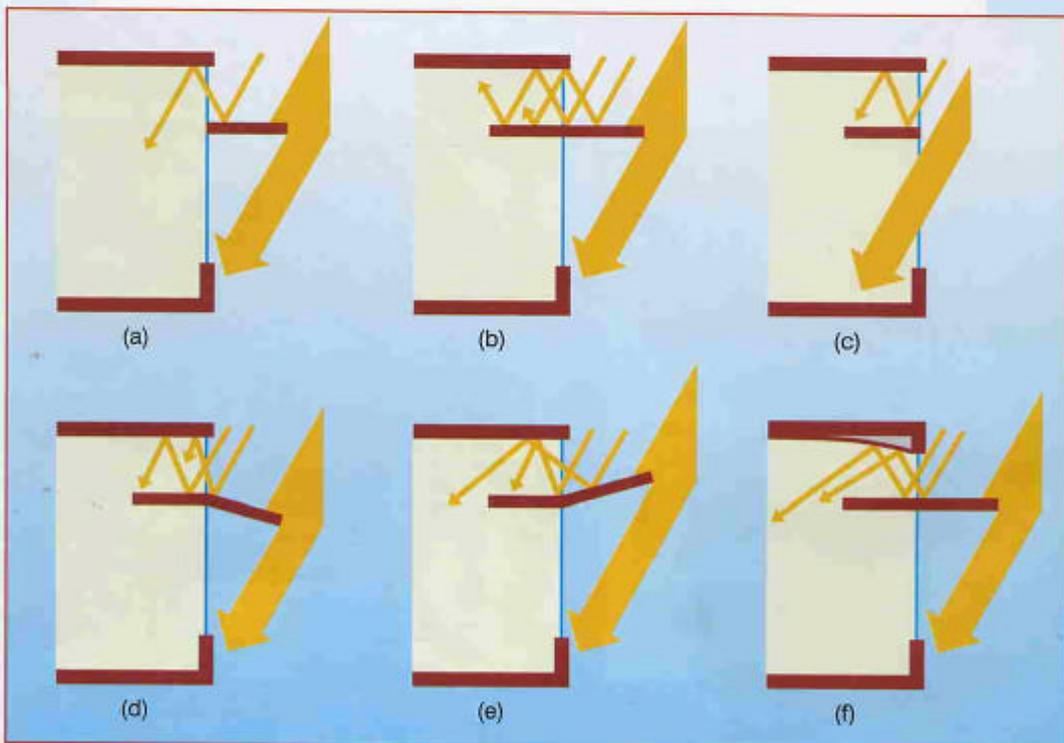
PHOTOS



Les réflecteurs sont des éléments de construction qui réfléchissent la lumière naturelle à l'intérieur des locaux, ils permettent également d'ombrager les surfaces vitrées.



Réflecteurs du Laboratoire d'Énergie Solaire (LESO) de Lausanne (arch. D. Pagadaniel).



2 Typologies de réflecteurs.