

Cahier Régional Occitanie sur les Changements Climatiques



Diapositives résumées

Le CROCC_2021 bénéficie du soutien financier de :



Autres soutiens du CROCC_2021 :





CHAPITRE 5

MILIEUX URBANISES

Coordination : Julia HIDALGO et Christiane WEBER

Contributions : Karine ADELIN, Rahim AGUEJDAD, Hassan AIT HADDOU, Éric BARBE, Marion BONHOMME, Geneviève BRETAGNE, Xavier BRIOTTET, Carole DELENNE, Sophie FABRE, Sébastien GOURDIER, Sinda HAOUES-JOUE, Julia HIDALGO, Valéry MASSON, Aurélie MICHEL, Gabriel POUJOL, Guillaume SIMONET, Magalie TECHER, Gwladys TOULEMONDE, Christiane WEBER.

Éléments de contexte (1/2)



3 habitants sur 4 vivent au sein de territoires urbains

- 43 grandes et moyennes aires urbaines → 74 % de la population régionale (= 4 millions d'habitants)
- Des aires d'attraction variables :
 - Toulouse → 1,5 million d'hab.
 - Montpellier → 800 000 hab.
 - Perpignan et Nîmes → entre 300 000 et 400 000 hab.
 - Béziers, Narbonne, Montauban, Albi, Tarbes, Alès, Carcassonne, Rodez et Castres → > 100 000 hab.

Une amplification significative du « fait urbain »

- Entre 2013 et 2018 : + 40 300 habitants par an en Occitanie
- Une dynamique qui profite surtout aux principales villes
- Scénario 2050 (INSEE) : + 20 % entre 2016 et 2050 (= 7 millions d'habitants)

Eléments de contexte (2/2)



Des risques climatiques croissants...

→ Erosion du trait de côte, intensification des épisodes méditerranéens, évènements extrêmes, retrait-gonflement des argiles, feux de forêt, etc.

- **Menaces** sur les habitants, touristes, activités, zones de peuplement, structures bâties, etc. ;
- **Impacts** sur le métabolisme urbain (approvisionnement et allocation des ressources) ;
- **Un risque majeur concernant les vagues de chaleur combinées à l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU).**

... à prendre en compte dans la planification et l'aménagement urbains et les recherches associées

- De nouvelles questions interdisciplinaires émergent (*ex. confort thermique en été, choix d'aménagement privilégiant la végétation, ressource en eau, etc.*)

Aujourd'hui, le parc bâti fait face à deux impacts majeurs des CC : le retrait-gonflement des argiles et la dégradation du confort intérieur.

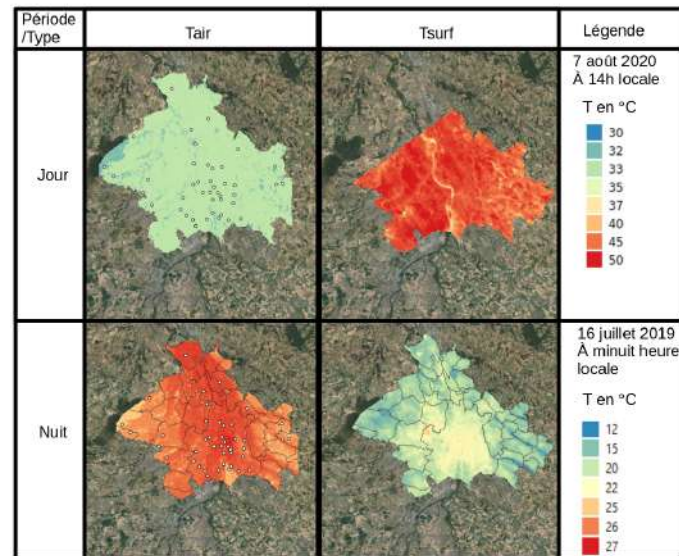
L'importance de quantifier l'ICU (1/2)



Îlot de chaleur urbain (ICU) :

différence de température de l'air entre le centre-ville, et les quartiers urbains en général, et les zones rurales autour de la ville causé par l'imperméabilisation des surfaces. Souvent inexistant le jour, il peut atteindre jusqu'à 5° C certaines nuits.

- L'ICU observé en journée par satellite n'a pas de rapport avec l'îlot de chaleur nocturne de l'air = les deux informations, air et surface, sont donc complémentaires, mais ne doivent pas être confondues ;
- L'îlot de chaleur n'est pas lié aux changements climatiques mais aux formes et activités urbaines. Les changements climatiques sont un amplificateur du phénomène ;
- Une [étude](#) a montré que les formes urbaines compactes favorisent la formation de l'îlot de chaleur urbain.



Exemple, sur le territoire de Toulouse Métropole, de données de température de l'air (gauche), mesurée en temps réel toutes les 15 minutes par le réseau de stations météorologiques de Toulouse Métropole (les stations sont indiquées par les ronds) et de température de surface (droite), mesurées par le satellite Ecostress.

L'importance de quantifier l'ICU (2/2)



Comment quantifier l'îlot de chaleur urbain ?

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Réseaux de stations météorologiques	Fournit des données en continu jusqu'à plusieurs fois par heure	Nombre de stations limité
Téledétection (avions, drones, satellites)	Grande quantité d'images satellites, couverture mondiale, haute résolution (quelques dizaines de mètres)	Images exploitables uniquement en période de ciel clair

Quelles adaptations possibles ?

- **Comportements individuels** : par exemple fermer les volets les jours de grande chaleur ;
- **Modalités de construction** : procéder à une rénovation thermique, favoriser les couleurs claires murs et infrastructures, limiter les grandes surfaces vitrées à l'ouest, utiliser des matériaux biosourcés ;
- **Urbanisme** : développer les trames vertes et bleues, favoriser les parcs, planter des arbres notamment en pleine terre.

Les matériaux au service du confort extérieur



Albédo : rapport entre l'énergie solaire réfléchi et l'énergie solaire reçue par une surface

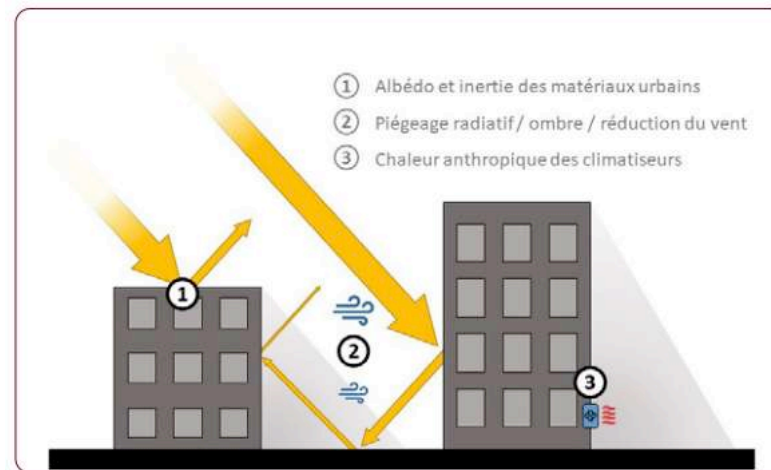
- Plus l'albédo est faible, plus la surface absorbe la chaleur reçue
- L'albédo des surfaces horizontales aura un impact plus important sur le microclimat urbain que celui des parois verticales (importance des matériaux de toiture)

Inertie : capacité d'un matériau à accumuler la chaleur et à la restituer après un temps

- Effet négatif : restitution de la chaleur en période nocturne ;
- Effet positif : favorable au confort intérieur en été.

Perméabilité

- En ville les revêtements sont plus imperméables ;
- Limitation de l'humidité de l'environnement ;
- Limitation du phénomène de rafraîchissement par évaporation.



Influence du bâti sur le confort extérieur, principaux mécanismes.
(Source : réalisation de M. Bonhomme)

La morphologie urbaine au service du confort extérieur



Les ombres des bâtiments et des arbres (**ombrage**) limitent 1/ la montée en températures des matériaux urbains, 2/ le rayonnement direct et 3/ augmentent la sensation de confort, mais le **piégeage radiatif** contrebalance ce phénomène : dans une forme urbaine où les bâtiments sont hauts et rapprochés, les rayons solaires vont subir de multiples réflexions et vont réchauffer les surfaces et l'air à l'intérieur de la rue.

Écoulement de l'air

- Les milieux urbains modifient l'écoulement de l'air ;
→ Le vent est ralenti, sa direction est modifiée, des flux turbulents sont générés.

Structure urbaine

- Des études ont établi des liens entre la forme et la taille de la tache urbaine, et l'intensité de l'ICU ;
→ Une ville peu compacte, de petite taille et dont la forme est plutôt allongée aura tendance à moins monter en température.

Influence des émissions de chaleur anthropique (chauffage, climatisation, transports, activités industrielles, etc.)

- Les climatiseurs représentent un enjeu particulièrement sensible car ils renforcent le phénomène d'ICU ;
- D'autres solutions de rafraîchissement existent : tours de refroidissement humides, climatiseurs à eau perdue, puits canadiens, etc., ou encore des solutions de rafraîchissement passif (protections solaires, ventilations nocturnes, etc.).

L'architecture et l'aménagement des espaces publics au service du confort intérieur



Les changements Climatiques affectent le parc bâti et renvoie les collectivités territoriales face à des défis qui interrogent la **gouvernance**, la **règlementation**, le **foncier**, la **recherche**, la **réhabilitation du parc existant**, la **conception des bâtiments futurs** ainsi que les **comportements** et les **usages** dans un contexte de généralisation du « tout numérique ».

Des **approches transversales, multi-échelles et multi-acteurs** sont développées pour :

- étudier les usages et comportements des usagers ;
- comprendre la notion de confort thermique ;
- tenir compte des évolutions technologiques dans le domaine de l'architecture.

Par exemple, le projet « Human at home project » (projet HUT) permet de :

- mieux cerner l'acceptabilité et l'appropriation par les habitants des nouvelles technologies au service du confort thermique et de l'efficacité énergétique ;
- envisager à quoi pourrait ressembler la ville intelligente de demain.

S'adapter avec la biodiversité



- **Ilot de chaleur / îlot de fraîcheur :**
 - La présence de végétal contribue par l'ombrage et/ou l'évapotranspiration au rafraîchissement de l'air et à la limitation des effets d'ICU ;
 - La présence d'arbres autour d'un bâtiment permet de réduire les entrées d'air chaud dans les bâtiments en été et d'air froid en hiver, et permet une efficacité énergétique accrue.
- **Drainage des eaux de pluie :** les espaces de végétation, les toitures végétalisées, les bois urbains, etc., représentent des surfaces perméables, favorisant l'infiltration de ces eaux pluviales, leur rétention et le ralentissement des écoulements.
- **Séquestration du carbone :** la photosynthèse des végétaux se caractérise par l'absorption du gaz carbonique et la production d'oxygène (influencée par le taux de croissance, la mortalité, l'espèce et l'âge des arbres). L'arbre est une possibilité de stockage du carbone.

Limiter la pollution grâce à la végétalisation



Filtration de l'air :

- La végétation filtre les particules atmosphériques et les polluants ;
- Mais la végétation participe aussi à la formation d'ozone troposphérique en émettant certains composés organiques volatils (nocifs pour la santé humaine car responsables de pics de chaleur estivaux) ;
- La végétation peut également être source d'allergènes.

Traitement des eaux usées :

- Les zones humides, naturelles ou artificielles en milieu urbain permettent de faciliter les écoulements naturels, de proposer des zones de fraîcheur et d'épurer les eaux usées (phytoremédiation).

Réduction du bruit :

- Les surfaces végétales et non recouvertes permettent de réduire le niveau de bruit lié à la circulation notamment le long des réseaux routiers

Augmentation et maintien de la biodiversité



Parc / arbre d'alignement :

- Les végétaux des villes sont menacés par plusieurs phénomènes :
 - stress hydrique, vagues de chaleur, air plus sec, polluants atmosphériques, maladies, sols moins riches et tassés, manque d'espace pour les racines, etc. ;
- Des solutions existent pour remédier à la perte de biodiversité :
 - cartographies des espèces et des emprises arborées, télédétection, suivis sanitaires (les pigments, le contenu en eau, ou la matière sèche et sur le suivi du cycle phénologique, etc.).

Les friches urbaines...

- Constituent des espaces de respiration et de régulation climatique au cœur des villes ;
- Peuvent jouer un rôle d'espaces refuges pour les espèces.

→ La volonté des collectivités territoriales de planter des arbres, de créer des forêts urbaines, de laisser des friches se développer ne doit pas s'affranchir d'une réflexion sur les contraintes associées à ces implantations et celles subies par la végétation en milieu urbain.

Modélisation des inondations urbaines



Le risque inondation en Occitanie est un risque accru lié à différents facteurs :

- Des masses d'air humides provenant de la Méditerranée rencontrant les contreforts de la chaîne de montagne des Cévennes : les **épisodes cévenols**, renforcés par...
- ... une **urbanisation croissante & l'imperméabilisation des surfaces naturelles ou agricoles**.

Des actions à mettre en place :

- **Avant** et **après** la crise :
 - actions de prévention et de mitigation des risques
- **Pendant** la crise :
 - gestion des communications, organisation des secours, protection des zones sensibles

Quels outils de modélisation ?

- Des **logiciels hydrauliques** (calculs des hauteurs d'eau et des vitesses pour chaque échelle de la maille territoriale)
- Des **scénarios de pluies réalistes** (déterminés grâce à des modèles de simulation stochastiques spécifiques)
- **L'intelligence artificielle** (pour renforcer l'efficacité des outils existants)

Retrait-gonflement des argiles (RGA)

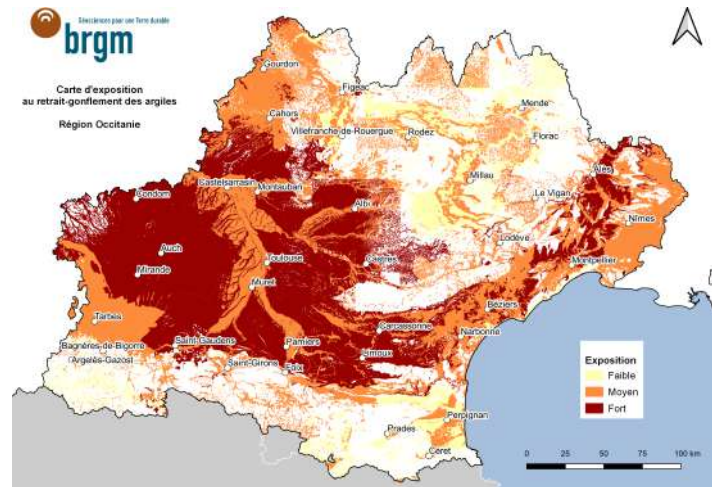


- **Région Occitanie = 27 % du coût national des dommages liés au RGA (CCR, 2015).**
- **~ 43 % des communes de la région touchées au moins une fois par le phénomène.**

- Le territoire régional est couvert à 68 % par des sols argileux
 - 31 % du territoire = niveau d'exposition fort au RGA ;
 - 28 % = niveau moyen ;
 - 9 % = niveau faible.

Simulations du coût total de la sinistralité liée au RGA entre 2021 et 2050 :

- Scénario sans CC = 3 Mds € ;
- Scénario avec CC = entre 7,0 Mds € et 8,8 Mds €



Carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles à l'échelle régionale.

(Source : BRGM pour le CROCC_2021)

L'Occitanie, une région touchée par les sinistres climatiques

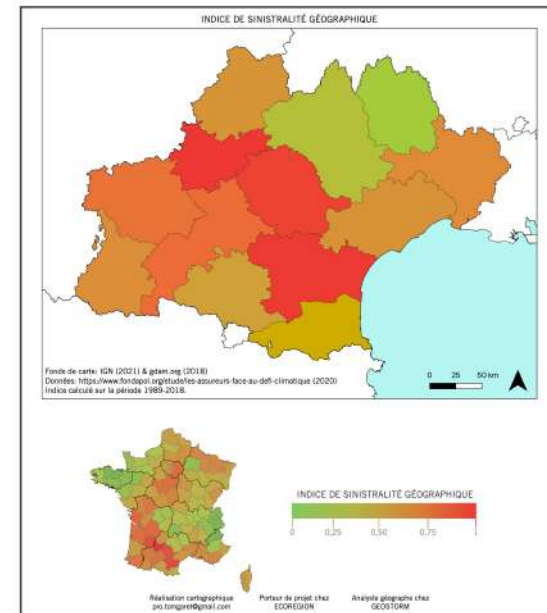


Les sinistres climatiques survenus en France entre 1989 et 2018 ont principalement été localisés dans quatre départements, dont trois situés en Occitanie (le Tarn-et-Garonne, l'Aude et le Tarn).

→ Une corrélation étroite s'observe d'ailleurs entre la répartition des zones sinistrées et la présence à faible profondeur dans les sols de formations argileuses.

L'indice de sinistralité (rapport entre nombre de sinistres et matière assurée) : visualisation géographique des départements les plus sinistrés par un événement climatique (inondations, tempêtes, grêle et sécheresse).

Garantie CatNat (*catastrophe naturelle*) : rapport entre le montant des sinistres et le montant des primes (%) : l'Aude (S/P = 318 %), le Gard (306 %), l'Hérault (271 %) ou encore les Hautes-Pyrénées (188 %).



Indice de sinistralité géographique en France métropolitaine et en Occitanie.

(Source : Chneiweiss et Bardaji, 2020 - données Fédération française de l'assurance (FFA). Cartographie élaborée par Tom Garet pour le CROCC_2021).

L'intégration des enjeux d'adaptation dans l'urbanisme



Une prise en compte encore limitée de l'adaptation aux CC dans les politiques et pratiques urbanistiques, mais des projets de recherche en cours sur :

- **La planification urbaine**
 - **Le projet MAPUCE** : développement d'une méthodologie et production de données et d'outils exploitables par les urbanistes ; accompagnement des praticiens dans l'effort d'intégration des enjeux climatiques ;
 - **Le projet PAENDORA** : finalisation d'outils de visualisation, d'extraction et d'exploitation des données urbaines et climatiques, couvrant toute la France et descendant à l'échelle de l'îlot urbain.
- **L'aménagement urbain**
 - **Le projet IFU** : accompagner Toulouse métropole et Oppidéa dans l'effort de limitation des risques de surchauffe urbaine dans le cadre du projet de la ZAC Montaudran Aérospace.
- **Des enjeux qui demeurent :**
 - Accès et appropriation des données et outils climatiques par les praticiens ;
 - Diffusion de l'expertise acquise au-delà du premier cercle de personnes ou services impliqués ;
 - Développer d'autres savoirs et savoir-faire qualitatifs pour partager un vocabulaire et un dessein communs.

Quelles données et informations pour l'adaptation des villes ?



Les données disponibles peuvent être organisées en quatre grandes classes :

- **Les bases de données urbaines et d'occupation du sol**
 - Par ex.: le suivi de l'artificialisation par images satellitaires (projet ArtiSols), la base de données typo-morphologique issue des projets ANR-MApUCE et PAENDORA
- **Les données de télédétection** (organisation générale de la ville, structure des bâtiments, de la végétation, îlots de chaleur urbain, suivi spatio-temporel, etc.)
- **Les réseaux de mesures continues** (stations météorologiques et mesures de pollution de l'air)
- **Les données climatiques et microclimatiques** issues de la modélisation numérique.