



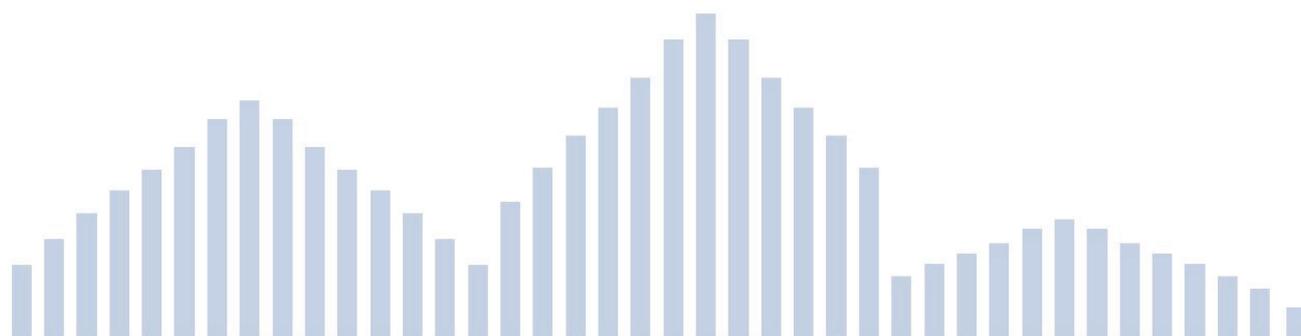
Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional



Plan d'adaptation local au changement climatique



LE DÉPARTEMENT



VILLE DU PRADET

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

I. Présentation

Les villes jouent un rôle clé dans la lutte contre les changements climatiques. Elles sont, en effet, appelées à contribuer à la réalisation des objectifs de mitigation du changement climatique, contribuant à la réduction des causes. Elles vont également devoir s'adapter au changement climatique en essayant de limiter les impacts négatifs et d'exploiter, si possible les opportunités.

Ainsi, le projet Adapt, issu du programme Maritime Italie-France, cherche à répondre à cette problématique. En effet, les défis posés par le changement climatique en milieu urbain sont liés en grande partie aux pluies soudaines et intenses qui sont de plus en plus fréquentes dans la zone transfrontalière. L'imperméabilisation excessive des villes amplifie de fait les impacts négatifs de ces pluies et contribue à la survenue des inondations. Sur la base du savoir-faire acquis à partir de certains projets financés par le PO IFM 07-13, ADAPT permettra à la zone transfrontalière de se munir d'un plan commun pour la prévention et la réduction des risques dérivant des changements climatiques, en particulier des inondations en milieu urbain, un outil efficace de 1) gestion et de gouvernance, 2) de renforcement des connaissances et des compétences des acteurs institutionnels et 3) de communication et d'implication de la société civile. Le Plan d'action ADAPT se caractérise par une approche commune et innovante de co-création et d'expérimentation, entre les partenaires, de systèmes de gestion et de suivi intégrés pour l'adaptation des villes au changement climatique ; il contribue ainsi directement à la réalisation des objectifs d'Europe 2020, de la COP 21, du QSC 14-20 de la Politique de cohésion, et de Life 14-20, ainsi qu'à l'application de la législation environnementale et climatique de l'Union européenne. Sous la coordination et la supervision de l'ANCI Toscane, les partenaires réaliseront des actions pilotes locales visant à améliorer la résilience du territoire du projet et de la zone transfrontalière : en effet, les milieux urbains de l'espace de coopération présentent des problèmes d'inondation similaires lors de phénomènes météorologiques intenses.

En outre, grâce au parcours commun et à la standardisation du processus et des procédures de mise en œuvre du projet, le Plan d'action ADAPT et les actions pilotes constitueront de bonnes pratiques et des documents d'orientation pour tous les milieux urbains qui présentent des profils climatiques, des caractéristiques morphologiques et socio-économiques semblables à ceux des systèmes territoriaux impliqués dans le projet.

L'adaptation au changement climatique doit être considérée non seulement comme une obligation institutionnelle, mais aussi comme une opportunité pour un nouveau développement du territoire du point de vue de la résilience et de la durabilité.

La planification de l'adaptation reste un défi très complexe, car de nombreuses disciplines sont impliquées, qui sont assurées par différentes autorités qui ne travaillent pas toujours en parfaite coordination les unes avec les autres. De plus, l'adaptation concerne des aspects de planification du territoire avec un horizon à moyen-long terme, en tenant compte des projections attendues du changement climatique, mais qui doivent également inclure des activités pour faire face à des situations de danger à court terme et aux pratiques de gestion des risques (inondations, incendies, glissements de terrain, etc.).

Face au défi du changement climatique, la commune du Pradet a exprimé le besoin d'affiner les connaissances relatives au climat local présent et futur. De par ses caractéristiques physiques et environnementales, sa position géographique, son contexte urbain, ce territoire est vulnérable, soumis notamment au caractère méditerranéen du climat, aux effets du changement climatique et global, à la pression démographique et foncière... Pour limiter les risques sur le territoire communal et apporter des réponses spécifiques aux contraintes associées, il est nécessaire de produire des indicateurs locaux et spatialisés pour anticiper le climat d'aujourd'hui et de demain.

Le plan d'adaptation au changement climatique va suivre la trame suivante :

- Contexte réglementaire
- Analyse des principales critiques locales dans l'état actuel
- Résumé du profil climatique local
- Analyse de l'impact du changement climatique sur les principaux problèmes locaux
- Actions d'adaptation
- Mise en œuvre des actions, suivi et évaluation

II. Cadre réglementaire

Alors que le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) a publié son sixième rapport sur l'état du changement climatique, les émissions de gaz à effet de serre sont plus que jamais un enjeu pour les politiques publiques.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 consacre son titre 8 à « La transition énergétique dans les territoires ».

Le plan climat air énergie territorial doit être élaboré au niveau intercommunal. Ainsi, les établissements publics à coopération intercommunale de plus de :

- 50 000 habitants existants au 1er janvier 2015, doivent élaborer leur PCAET avant le 31 décembre 2016 ;
- 20 000 habitants existants au 1er janvier 2017, doivent élaborer leur PCAET avant le 31 décembre 2018.

L'EPCI est coordinateur de la transition énergétique sur le territoire. Il doit animer et coordonner les actions du PCAET sur le territoire.. Le Plan Climat Énergie Territorial (PCET) constitue un document d'orientation stratégique qui définit, à partir d'un bilan des gaz à effet de serre et d'une étude de vulnérabilité, des objectifs et des orientations aux horizons 2020 et 2050 en termes de développement des énergies renouvelables, de maîtrise des consommations énergétiques, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique.

Cette Loi a pour objectif de :

- mettre fin à la superposition des plans climat sur un même territoire ;
- généraliser de manière coordonnée les politiques de lutte contre le changement climatique et de lutte contre la pollution de l'air sur une large partie du territoire national ;
- inscrire la planification territoriale climat air-énergie à un échelon représentatif des enjeux de mobilité (bassin de vie) et d'activités (bassin d'emploi)

III. Analyse des principales critiques locales dans l'état actuel

Nous allons lister brièvement les principaux aspects critiques auxquels la commune est soumise. Nous y reviendrons plus en détail dans le cadre du résumé sur le profil climatique.

La commune du Pradet est sensible à plusieurs risques, nous pouvons établir une liste en nous appuyant sur le Document d'information communal sur les risques majeurs de la ville :

- Risques d'origine naturelle : feux de forêt, inondation, qui peuvent être des crues, du ruissellement ou des submersions marines, mouvement de terrain, glissement de terrain ou éboulement, vent violent, retrait-gonflement des argiles.
- Risques d'origine technologique : transport de matières dangereuses, accident nucléaire.

L'environnement forestier est très sensible aux fortes chaleurs, comme en atteste cette liste des principaux feux de forêts :

- 1948 : Grand incendie massif La Colle Noire, La Gavresse
- 1986 : La Colle Noire – quartier La Berthière 4 ha
- 1990 : Quartier la Berthière 1 ha
- 1993 : Le Plan 2 ha
- 1994 : Quartier la Massillone 0.8 ha
- 1994 : Deux incendies entre Le Monaco & Les Bonnettes 0.3 ha
- 1997 : Les Bonnettes (début d'incendie) 0.04 ha
- 2005 : La Colle Noire – 116 ha

- 2009 : Le Plan 0.5 ha
- 2013 : Terrain de la Voulte 0.2 ha

Les inondations ont été moins nombreuses sur le territoire :

- 1978 : Crue centennale dans la plaine de l'Eygoutier
- 2014 : Année très pluvieuse sur le Pradet. Des inondations ont pu avoir lieu à cause du phénomène de ruissellement comme par exemple à la cité de l'Espérance, au chemin de la Foux, au rond-point la diligence et à l'avenue Jean-Moulin.

Des mouvements de terrain ont eu lieu sur le territoire de la commune, en voici quelques exemples :

- 1976 : Le Pin de Galles, glissement de terrain
- 1984 : Quartier de la Foux, effondrement de terrain
- 1987 : Quartier de la Grenouille, effondrement de terrain
- 2014 : Le Pin de Galles, écroulements de la falaise

L'ensemble de ces risques sont des contraintes qui menacent l'environnement urbain, agricole et forestier du Pradet. Nous pouvons supposer que certains de ces risques puissent avoir des conséquences qui s'aggravent avec le changement climatique.

Par ailleurs, le Pradet est d'ores et déjà concerné par des pics de chaleur et des canicules pendant la période estivale, ce qui risque de s'accroître du fait du changement climatique. Ce phénomène a une importance fondamentale sur la santé des habitants et sur le développement socio-économique de la ville. Ce processus s'accompagne de sécheresses caractérisées qui fragilisent les ressources en eau et favorise le risque incendie.

Par ailleurs, il a été constaté un recul des surfaces agricoles et forestières au profit des espaces imperméabilisés, ce qui diminue, comme nous le verrons dans la partie suivante, les espaces de fraîcheur lors des journées chaudes de la saison estivale.

La population du Pradet est caractérisée par un certain vieillissement. Les personnes âgées sont, nous le savons, particulièrement vulnérables face aux canicules. Les fortes chaleurs qui vont s'accroître avec le changement climatique risquent de fragiliser cette catégorie de la population.

Après avoir fait le point sur les principaux points de vulnérabilité de la ville du Pradet, nous allons réaliser un résumé du profil climatique de la ville.

IV. Résumé du profil climatique local

1. Évolution du climat

1.1 Évolution du climat à l'échelle locale

Dans un premier temps, il est nécessaire de décrire les indicateurs locaux et spatialisés pour limiter les risques sur le territoire communal et apporter des réponses spécifiques.

Indicateurs locaux climatiques mesurés.

La ville du Pradet ne possède pas de station météo, pour avoir une idée des températures, il faut s'appuyer sur les stations à proximité, soit celles de Toulon, d'Hyères et d'Hyères-Plage. Ces données ne nous permettent pas de caractériser précisément le climat du Pradet, mais sont des éléments pour élaborer des tendances générales.

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	6,2	6,3	8,2	10,1	13,6	17	19,7	19,8	16,9	14,1	9,8	7,2	6,6	10,6	18,8	13,6	12,4
Hyères	4,4	4,3	6,3	8,4	11,9	15,3	17,8	17,8	15,2	12,5	8,4	5,5	4,5	8,9	17,0	12,0	10,7
Hyères-plage	3,6	3,5	5,6	8,1	12,2	15,1	17,1	17,3	14,3	11,8	7,2	4,4	3,8	8,6	16,5	11,1	10,1

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Tableau 1. Températures minimales moyennes de l'air en °C

Source : GeographR

Parmi les faits remarquables, il faut noter que la température minimale moyenne en juillet et août à Toulon flirte avec les 20°C, température considérée comme « tropicale ». Cette variable est donc très sensible dans le contexte de changement climatique auquel la région est confrontée.

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	12,9	13,5	16	18,3	22,3	26,4	29,6	29,7	25,9	21,3	16,4	13,5	13,3	18,9	28,6	21,2	20,5
Hyères	13,1	13,4	15,5	17,4	21,3	25,1	28,2	28,4	25,0	21,0	16,6	13,9	13,5	18,1	27,2	20,9	19,9
Hyères-plage	14,1	15	17,2	19,6	24,0	28,3	30,4	30,6	26,5	22,3	17,6	14,6	14,6	20,3	29,8	22,1	21,7

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Tableau 2. Températures maximales moyennes de l'air en °C

Source : GeographR

Les mois de juillet et août sont particulièrement chauds malgré la proximité de la mer, avec des températures moyennes proches de 30°C. Ces valeurs maximales sont donc susceptibles de dépasser ce seuil avec un risque de canicule, même si la proximité de la mer modère ce dernier. À Toulon, on dénombre environ 15 jours par mois durant lesquels la température maximale dépasse 30°C, à Hyères seulement 7 jours, ce qui confirme la probable influence urbaine de Toulon et plus largement de la métropole. Sur un espace plus ouvert comme à Hyères en marge de la ville, la mer, les flux venteux et la végétation des parcelles agricoles contribuent à modérer les températures excessives.

Station/période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	H	P	E	A	An
Toulon	70,6	47,6	36,6	61,5	38,7	25,1	5,6	21,7	63,6	103,2	74,4	67,5	61,9	45,6	17,5	80,4	616,1
Hyères	79,1	52,6	40,7	60,4	40,6	35,8	7,5	19,3	55,4	105,4	81,3	73,9	68,5	47,2	20,9	80,7	652,0
Hyères-plage	70,7	31,1	34,0	59,0	59,5	22,8	10,6	13,5	70,0	100,8	96,4	80,7	60,9	50,8	15,6	89,1	649,1

H : hiver (décembre-février) P : printemps (mars-mai) E : été (juin-août) A : automne (septembre-novembre) An : an

Tableau 3 Cumuls moyens des précipitations en mm

Source : GeographR

L'intensité des précipitations est très inégale dans la mesure où les cumuls journaliers peuvent être supérieurs à 150 mm (record de 188 mm à Hyères-plage). Ces hauteurs de pluie susceptibles d'être atteintes en seulement quelques heures avec une rare intensité, aussi bien en automne (principalement), hiver ou printemps, augmentent considérablement le risque de ruissellement sur les surfaces imperméables et le risque d'inondations. Sur ces 50 dernières années, l'analyse de l'historique des précipitations ne signale pas d'évolution significative des cumuls annuels moyens de précipitations, même si une tendance à la baisse est enregistrée dans le Var. Sur cette même période, le signal sur les événements pluvieux extrêmes n'est pas consolidé, mais Météo-France détecte une légère augmentation de leur fréquence et de leur intensité.

1.2 Évolution du climat à l'échelle régionale ces dernières décennies

La hausse des températures est significative sur l'ensemble de la région (période de référence 1961-1990) :

- +0,1°C par décennie pour les températures minimales et +0,3°C par décennie pour les températures maximales en hiver ;
- +0,4°C par décennie pour les températures minimales et entre +0,4°C et +0,6°C par décennie pour les températures maximales en été. L'été caniculaire de 2003 est le plus chaud. Il est suivi par les étés 2015, 2017 et 2018.

Le signal sur les précipitations est moins évident, avec toutefois une tendance régionale à la baisse des cumuls moyens au printemps et en été depuis 1960.

1.3 Indicateurs locaux modélisés du climat présent et futur

Pour l'analyse du climat futur, ont été utilisés les quatre scénarios de référence (RCP) de l'évolution du forçage radiatif¹⁸, relatifs à l'évolution de la concentration en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère au cours du XXI^{ème} siècle, existent : RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5 (Figure 1). Le premier implique une réduction d'émissions de GES par la communauté internationale (scénario optimiste), tandis que le dernier correspond à l'évolution des émissions actuelles jusqu'à la fin du siècle si rien n'est fait pour les réduire (scénario pessimiste). Les scénarios RCP 4.5 et 6.0 sont des scénarios intermédiaires.

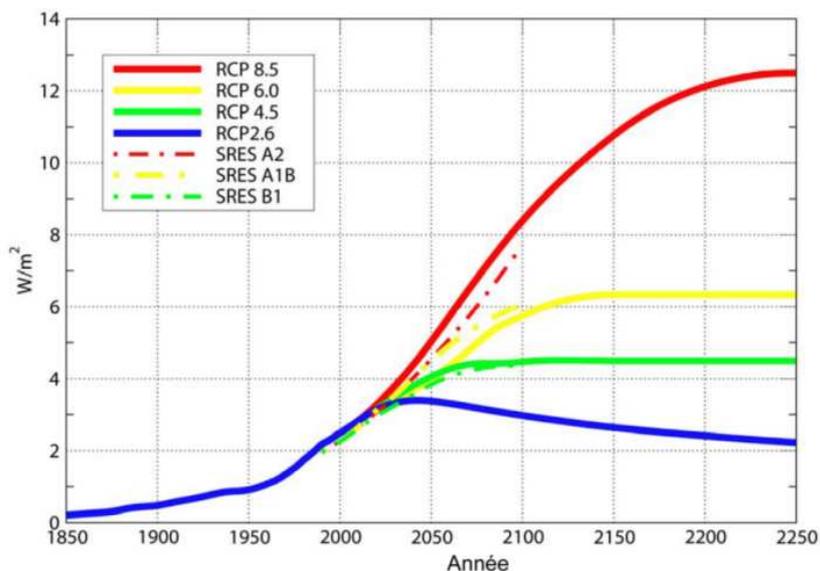


Figure 1 Évolution du bilan radiatif (ou forçage radiatif) de la Terre en W/m^2
(© CNRM / IPSL / CERFACS)

Nous allons reprendre ici quelques indicateurs qui nous ont semblé particulièrement parlant.

Température minimale moyenne (T_n) en °C	Valeur médiane des modèles Euro-Cordex, RCP 4.5						
	référence (1996-2015)	2035, RCP 4.5	2035, RCP 8.5	2055, RCP 4.5	2055, RCP 8.5	2085, RCP 4.5	2085, RCP 8.5
Nombre de nuits tropicales par an ($T_n > 20^\circ C$)	28,6	39,2	44,8	47,4	61,7	53,6	89,2
Nombre de jours de gel par an ($T_n \leq 0^\circ C$)	7,6	5,0	5,3	4,5	3,1	3,0	0,9
Extrême froid de T_n (10 ^{ème} centile, °C)	3,4	4,0	4,2	4,3	5,1	4,8	6,6
Nombre de vagues de froid ($T_n <$ de plus de $5^\circ C$ par rapport à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs)	1,1	0,2	0	0	0	0,1	0

Tableau 4 Évolution d'indicateurs climatiques basés sur les températures minimales au pas
Source : GeographR

Le nombre de nuits tropicales triple en cas de scénario pessimiste, ce qui aura un impact certain sur le confort des habitants, le nombre de jours de gel baisse significativement et les températures les plus froides sont moins marquées.

Les graphiques et les indicateurs sur les températures de l'air et les précipitations mettent en évidence l'augmentation générale des températures minimales, maximales et moyennes de l'air, avec des deltas (ou anomalies) hétérogènes selon les pas de temps et les RCP. Le signal est plus incertain sur les précipitations, même si une tendance à la baisse se dessine.

Le climat méditerranéen du Pradet sera renforcé avec des températures de l'air plus élevées et un régime pluviométrique plus chaotique.

Une augmentation de $+2^\circ C$ (médiane) des températures maximales estivales à l'horizon 2055, par exemple, signifie que la température aura progressé d'environ $+4^\circ C$ depuis le

début de l'ère industrielle. L'été débordera sur mai et début octobre, l'hiver sera plus court et les limites des intersaisons plus floues.

Le climat tendra vers une répétition des événements extrêmes comme les canicules. Les risques de pluie torrentielles seront aussi élevés qu'aujourd'hui, voire davantage, dans la mesure où l'énergie dans l'atmosphère serait potentiellement plus élevée.

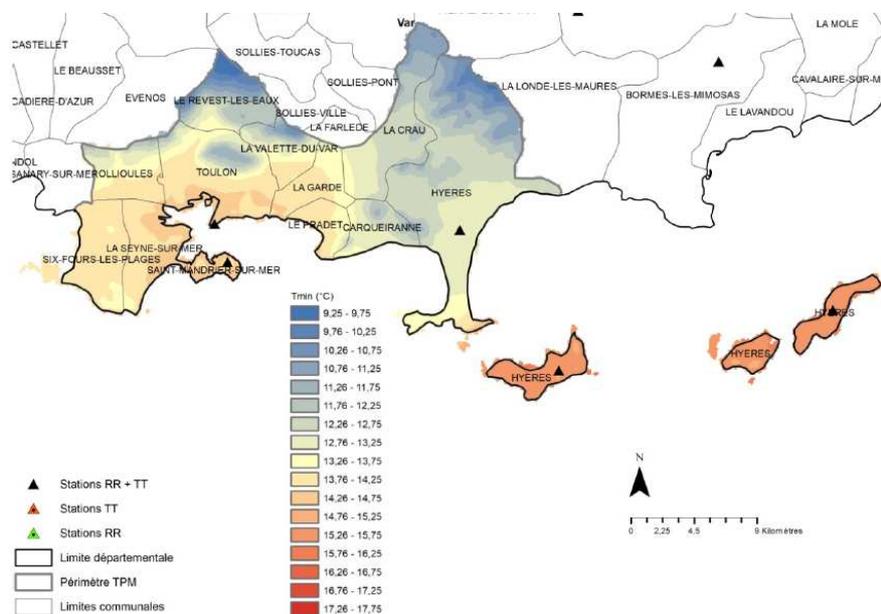


Figure 2 Température minimale de l'air moyenne en octobre, période 1996-2015 (source : GeographR)

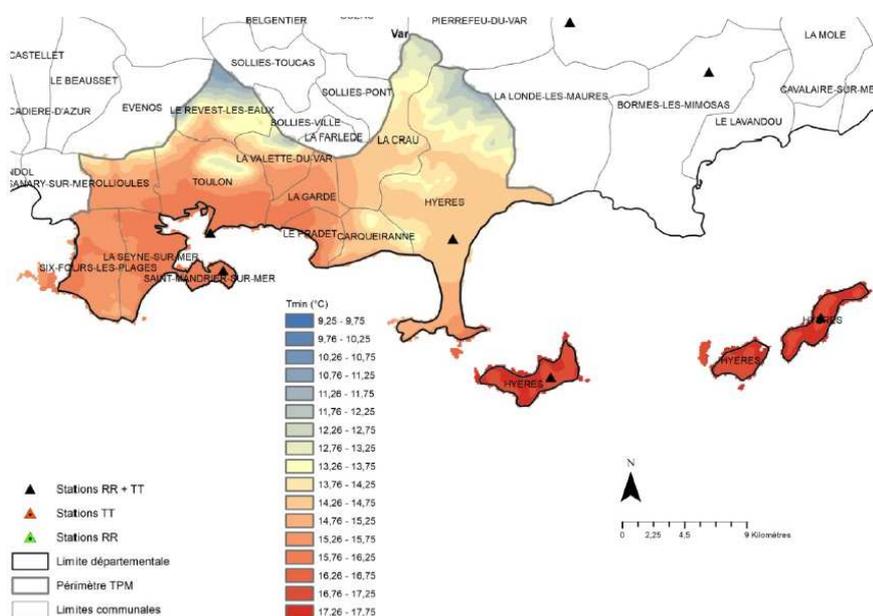


Figure 3 Température minimale de l'air moyenne en octobre, horizon 2046-2065, RCP 8.5 (source : GeographR)

La commune du Pradet est dans un contexte urbain caractérisé par une urbanisation dense et une zone relativement plus fraîche où les effets de la ville a moins d'impact. L'ouest de la commune est ainsi plus chaud que l'est. L'analyse des données climatiques montre que le territoire communal est vulnérable, surtout d'avril à octobre d'ici 2055,

voire 2035 selon le scénario d'émissions des GES, dans la mesure où la politique d'urbanisation locale déterminera le point de basculement en lien avec le réchauffement du climat. Les zones de relief souvent moins construites et couvertes de végétation, du moins partiellement, sont des îlots de relative fraîcheur.

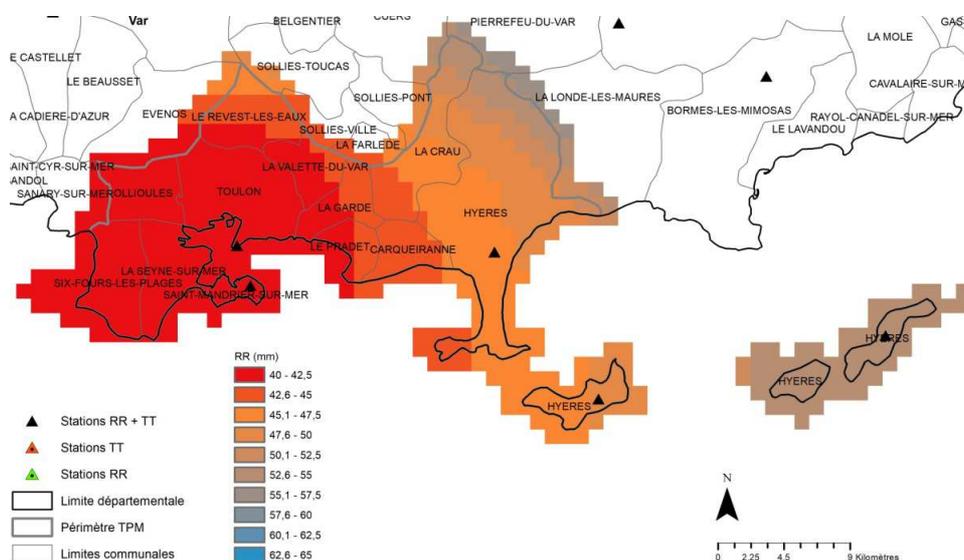


Figure 4 Cumul moyen mensuel des précipitations en mars, période 1996-2015 (source : GeographR)

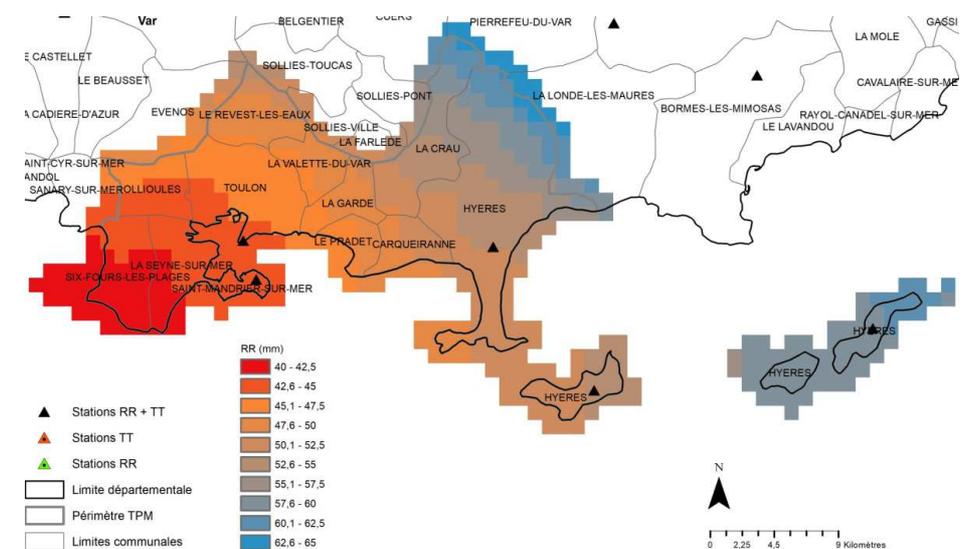


Figure 5 Cumul moyen mensuel des précipitations en mars, horizon 2046-2065, RCP 4.5 (source : GeographR)

Comme le signal du changement climatique pour les précipitations est moins marqué que sur les températures de l'air en fonction des horizons futurs et des RCP, il est difficile de tirer des conclusions générales, même si des tendances se dessinent : la saison estivale deviendrait plus sèche par exemple.

Température moyenne annuelle en Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005
Observations et simulations climatiques pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5

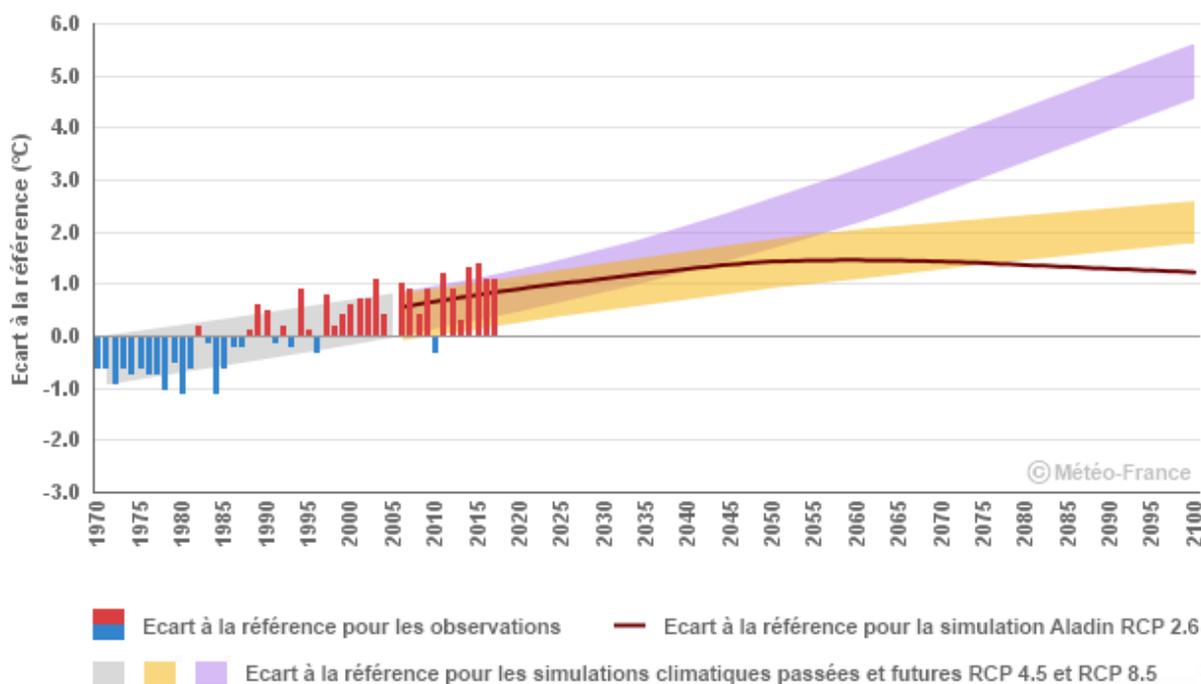


Figure 6 Température moyenne annuelle en région Provence-Alpes-Côte d'Azur : écart à la référence 1976-2005 : observations (stations météo) et simulations climatiques pour 3 scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5
(source : Météo-France)

Si on s'intéresse maintenant l'échelle régionale et d'après le modèle climatique régional Aladin utilisé par Météo-France, la hausse de la température de l'air minimale, maximale et moyenne sera généralisée à l'échelle régionale jusqu'en 2050, quel que soit le scénario socio-économique considéré. Après 2050, l'évolution de la température diffère selon le scénario RCP : seul le scénario RCP 2.6 stabilise les températures. Pour le scénario RCP 8.5 le plus pessimiste (sans politique climatique), le réchauffement est susceptible d'atteindre +5°C d'ici la fin du XXIème siècle.

L'effet de dilatation thermique provoquerait seul une hausse du niveau de la mer Méditerranée de 45 à 60 cm. Combiné à la fonte des glaces, son niveau s'élèverait de 55 cm selon le scénario RCP 4.5 et 80 cm selon le RCP 8.5 à la fin du siècle, avec un fort impact sur l'érosion des plages sableuses (avec disparition possible selon la configuration physique) et rocheuses.

En définitive, l'évolution du climat au Pradet, comme dans toute la région, s'avèrera problématique avec une augmentation généralisée des températures et une tendance à la baisse des précipitations en été, une multiplication des événements extrêmes (canicules, sécheresse...).

2. Caractérisation de l'aménagement du territoire et des infrastructures

Le Pradet est une commune littorale située entre Toulon et Hyères. Le territoire de la commune est relativement varié entre des zones denses et des zones agricoles et forestières.

2.1 Etat des surfaces agricoles



Figure 7 Évolution de la tache urbaine de 1980 à 2017
 (source : diagnostic agricole – ZAP Pradet, CA 83, p. 7-14, mai 2018)

Aujourd'hui, la commune du Pradet reste dotée d'une topographie hétérogène qui se caractérise par une occupation des sols relativement équilibrée entre les espaces urbains denses, ruraux et forestiers. De part une pression urbaine métropolitaine forte, les perspectives de croissance des zones urbanisées à terme reste à envisager. L'entrecroisement des espaces naturels, agricoles et forestiers avec les zones d'habitation et espaces urbains doivent éveiller une vigilance particulière face aux risques associés aux effets du changement climatique dont en particulier les risques d'incendies et inondations.

Depuis 1972 la commune du Pradet a vu ses surfaces agricoles diminuer de 60 % en passant de 426 ha à 180 ha en 2017.

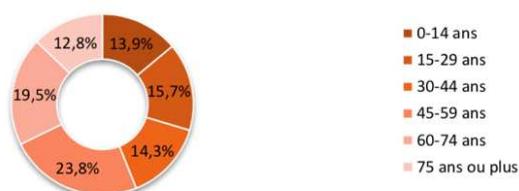
Ces zones jouent un rôle capital dans la prévention des inondations et la gestion des écoulements, problématique prégnante au Pradet et qui pourrait être amplifiée sous l'effet du changement climatique. Par ailleurs, avec la multiplication et l'intensification des vagues de chaleur, la présence d'îlots de rafraîchissement sur la commune représente un atout non négligeable pour la résilience du territoire et de sa population.

Afin de sécuriser la vocation agricole de ces espaces, il conviendra d'évaluer leur vulnérabilité aux effets locaux du changement climatique dont en particulier les périodes de sécheresse et de canicule. Aussi, le choix et les modes de cultures devront tenir compte des évolutions météorologiques attendues.

2.2 Caractéristique de la population

En 2012, Le Pradet comptait 29,6 % d'habitants de moins de 30 ans, 38,1 % de 30-59 ans, et 32,3 % de 60 ans et plus.

Répartition des classes d'âge en 2012



Source : NSEE, RP 2012

Cette répartition a évolué depuis 2007, avec une diminution de la part des 30-44 ans et une augmentation de la part des 45-59 ans. Plus légèrement, la part des 0-14 a diminué, tandis que la part des 60 ans et plus a augmenté.

Les populations séniors présentent une vulnérabilité face à l'exposition aux fortes chaleurs.

2.3 Habitat

La composition du parc bâti, ses modes de conception et son intégration dans l'espace urbain et naturel, combinés à la nature des ménages occupants et son évolution, mettent en lumière une possible vulnérabilité à venir face aux incidences locales du changement climatique.

A contrario les besoins en climatisation sont croissants et peuvent, selon les cas, être supérieurs aux besoins en chauffage, alors que les populations sont vieillissantes. Cela peut devenir une cause de croissance du taux de ménages en situation de précarité énergétique ou alors s'exposant à des conditions d'habitat affectant leur santé.

2.4 Energies

Le résidentiel-tertiaire représente les deux premières sources de consommation d'énergies finales. Le secteur des transports tient une place tout aussi importante avec 43 % des consommations. Moins d'1 % des consommations de ce secteur sont représentées par de l'électricité destiné au transport ferroviaire.

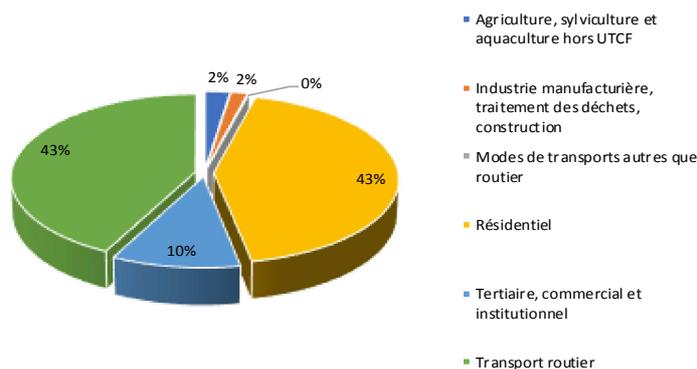


Figure 8 Pradet - Consommation d'énergie/activités (%)

3. Les épisodes de canicule et les îlots de chaleur

Pour bien prendre en compte l'impact du changement climatique, il est nécessaire d'analyser les îlots de chaleur urbains liés en grande partie à la morphologie urbaine.

3.1 Les îlots de chaleur urbains

Un îlot de chaleur urbain (ICU) est un « phénomène atmosphérique très localisé, dynamique, dont le cycle est rapide et continu. La chaleur emmagasinée, pendant la journée, dans la ville minérale, est restituée la nuit. Ce phénomène empêche le refroidissement de l'air en ville la nuit et ce, en permanence. L'îlot de chaleur urbain se caractérise par le delta de températures constaté entre le centre-ville et sa périphérie à un même moment » (AGAM 2018).

Le Pradet est *a priori* en dehors de l'ICU dont « l'épicentre » se situe sur le centre-ville de Toulon. En effet, la commune du Pradet cumule plusieurs facteurs qui devraient être sources de régulation thermique comparativement au cœur de la métropole :

- l'évacuation de l'air n'est pas trop gênée par la morphologie de la ville ;
- la proximité avec la mer assure une thermorégulation au moins des quartiers du bas (port des Oursinières, etc.) ;
- il existe peu de réels canyons urbains qui se comporteraient comme des « pièges radiatifs » à part éventuellement l'avenue de la Première division française libre, avant la mairie ;
- la présence de parcs et de bois permet une évapotranspiration (flux latent) non négligeable.

Toulon et son centre-ville dense sont dans une zone dont la température maximale (Tmax) de l'air moyenne entre 1996-2015 se situe dans une échelle de 29,26 à 29,75°C et le Pradet dans une zone de 1°C de moins (28,26-28,75°C) pour la partie la plus urbanisée. On observe, grâce à la figure ci-dessous, également (en cohérence avec les observations lors de nos relevés *in situ*) que plus on se dirige vers le port des Oursinières, plus les zones de température moyenne sont fraîches. En effet, cet indicateur descend même de -3 à -4°C dans les zones pavillonnaires en bordure des collines boisées (Colle Noire).

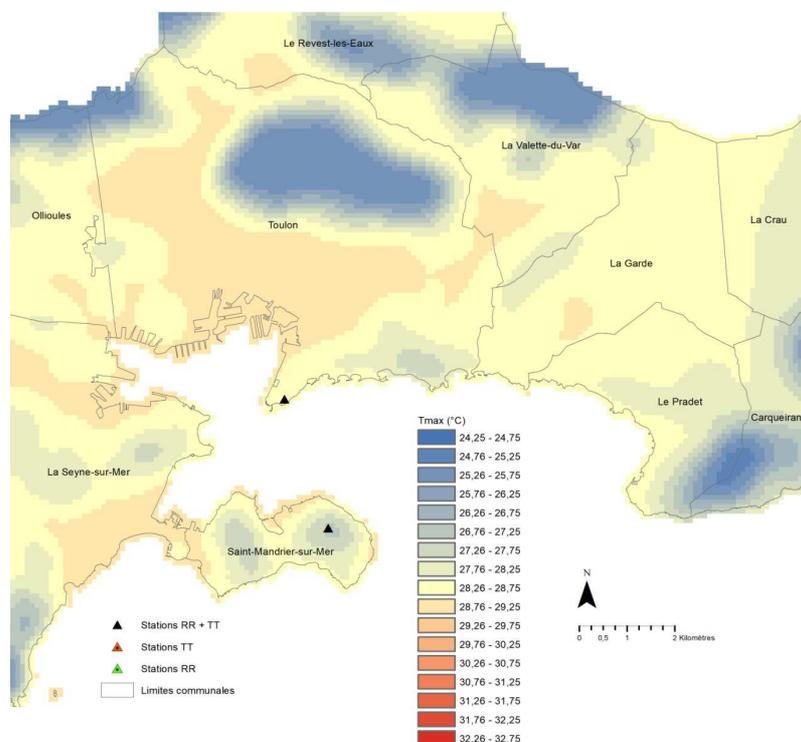


Figure 9 Température maximale moyenne de l'air en été : 1996-2015
(Source : GeographR, 2018)

La dynamique demeure la même dans un scénario pessimiste de réchauffement climatique RCP 8.5, avec cependant une température moyenne du cœur de l'ICU qui passe de 29°C-29,75°C à 31,26-31,75°C, soit +2°C en moyenne pour les mois d'été d'ici la moitié du siècle (Figure 10).

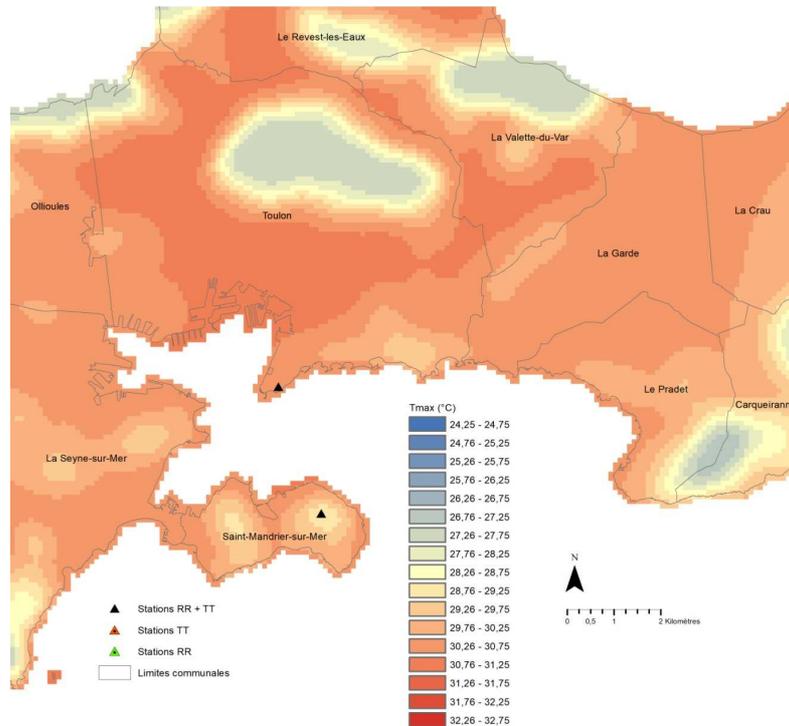


Figure 10 Température maximale moyenne de l'air en été : 2046-2055, RCP 8.5 (GeographR, 2018)

3.2 Les températures de surface

Un zoom d'une image satellitaire des températures de surface à 10h15 le 06 Août 2018 sur le Pradet nous aide à déterminer quelles sont les zones susceptibles de souffrir le plus des canicules et de l'accumulation de chaleur. Sans surprise, ce sont les zones au nord de la commune, plus denses et urbanisées, notamment la zone commerciale à la sortie Est de la ville et les zones pavillonnaires autour du groupe scolaire Charles Sandro.

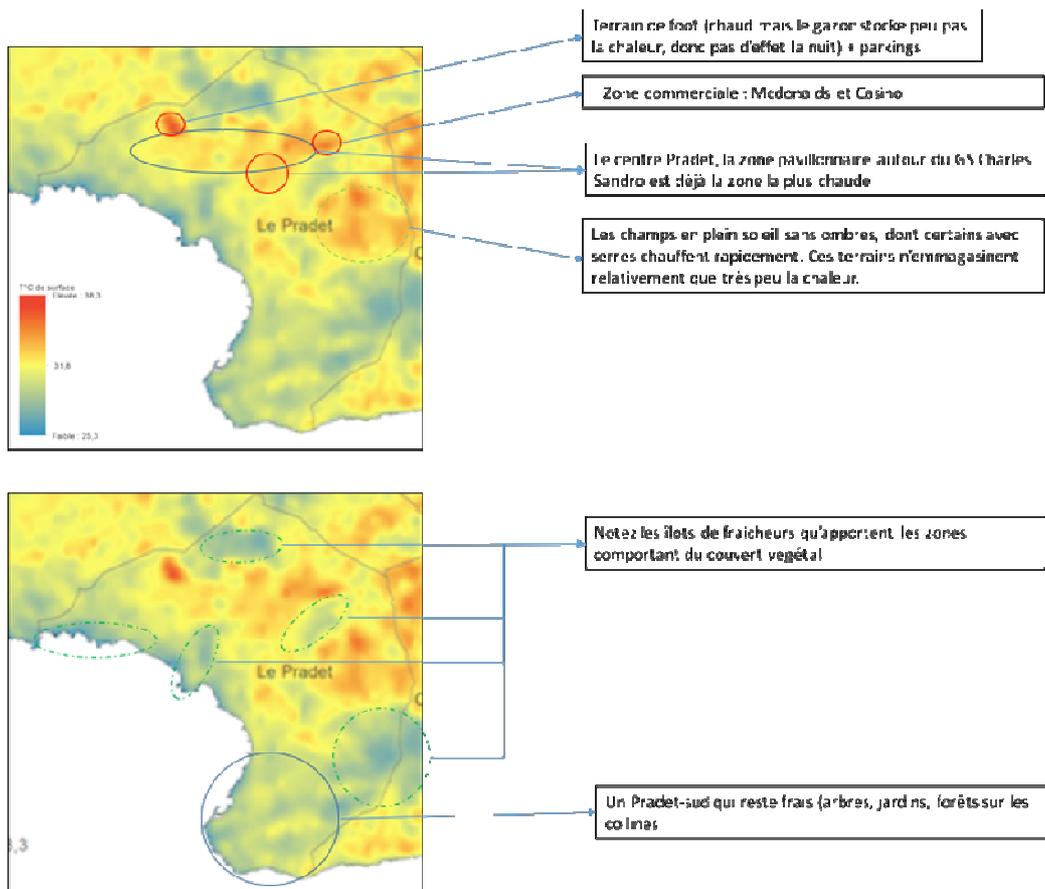


Figure 11 Identification des points chauds et frais à partir de la température de surface le 6 août 2018 (source : GeographR)

3.3 Réalisation d'un transect sur une journée

Nous avons réalisé un transect, une « balade urbaine », munis d'un appareil de mesure de la température qui permet de se rendre compte très concrètement des écarts de températures entre les différentes ambiances urbaines de la métropole de Toulon.

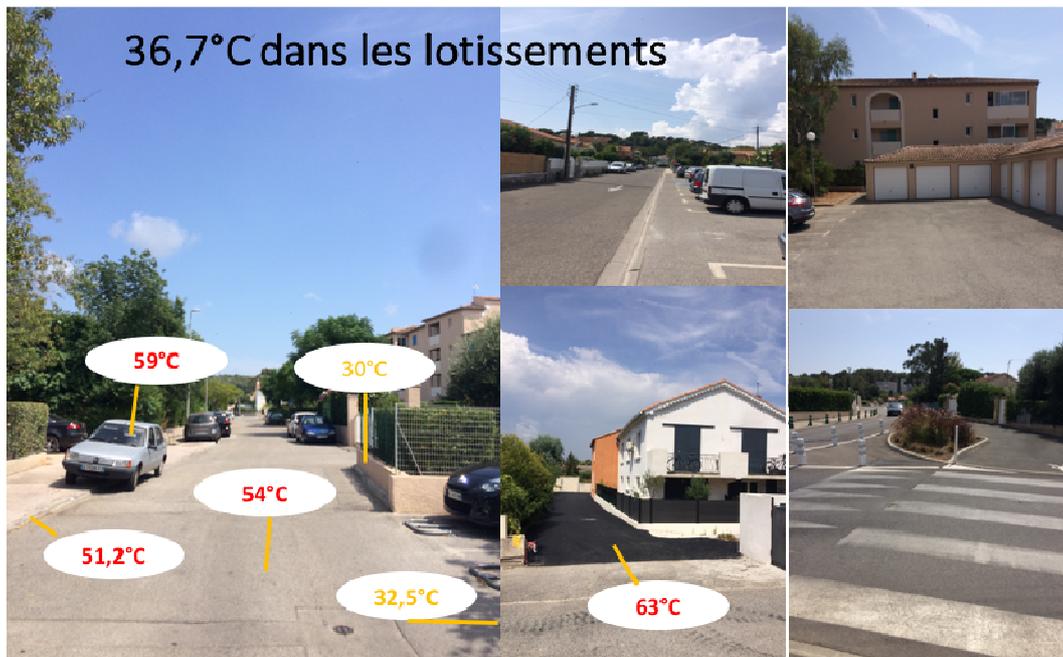
Les informations principales que nous tirons de cet exercice sont que :

- les îlots de fraîcheur sont réels et peuvent apporter jusqu'à 4°C de moins que dans les rues adjacentes (cas de la fontaine de la Mairie du Pradet ci-dessous), ainsi que les zones ombragées (cas d'un platane le long du port de Toulon prêt de la CCI) ;

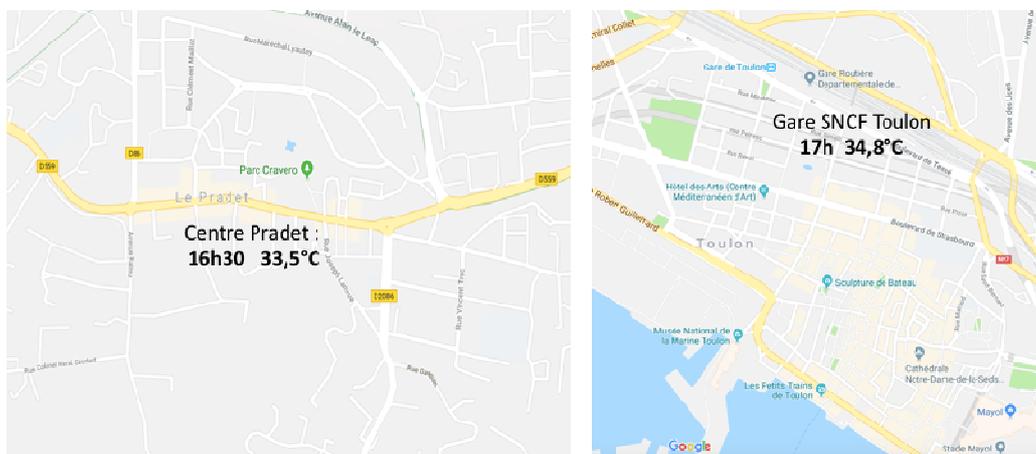


Figure 12 Les îlots de fraîcheur
Source: Roman de Rafael

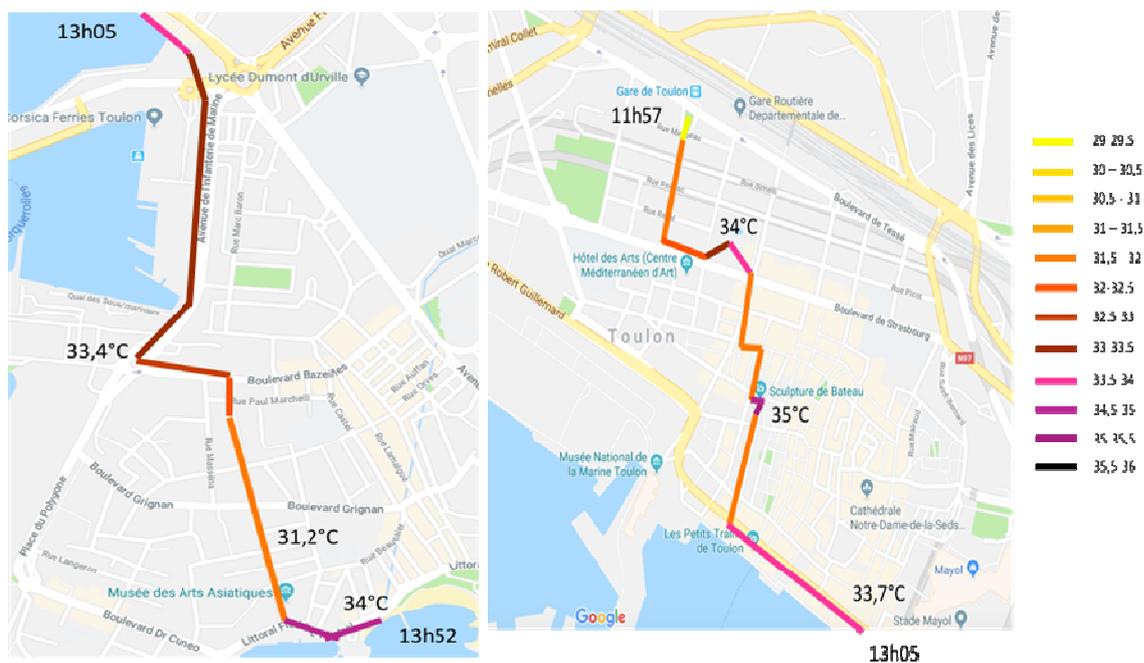
- le choix des surfaces est déterminant, les écarts peuvent aller jusqu'à 20°C de différence à quelques centimètres près ;
- le mobilier urbain doit être pensé jusque dans ces moindres détails (abribus, surface du mobilier urbain du port, revêtement des bâtiments) ;
- Les zones pavillonnaires ne sont pas nécessairement moins chaudes en journée : la forte imperméabilisation des sols et l'absence d'ombre au-delà des jardins privés en font des fournaises ;



- o nous avons enregistré entre le centre-ville de Toulon et le Pradet environ +1,5°C en fin de journée. Il aurait été intéressant de faire le test très tôt le matin où les écarts doivent être plus importants ;



- o au sein même du Pradet, l'avenue principale est plus chaude (+3,5°C mesurés) que la partie « basse » de la ville en bord de mer.



3.4 Impacts des canicules et des îlots de chaleur urbains dans un contexte de changement climatique

L'évolution à la hausse de la température moyenne, du nombre de canicules, et de la longueur de ces dernières entraîneraient une aggravation des impacts listés ci-dessous :

- **Dégradation du confort thermique dans le bâti et les espaces publics**, nécessité d'engager d'importants travaux de rénovation/isolation, le nombre d'équipements de climatisation risque d'augmenter, entraînant encore plus de surchauffe urbaine.
- **Réseau de transport terrestre** : dégradation des infrastructures et du service en lien avec les vagues de chaleur
- **Surmortalité / santé** : le changement climatique va provoquer une augmentation de l'intensité et de la fréquence des canicules et par conséquent un accroissement du nombre de jours de fortes températures qui favorisent la pollution à l'ozone troposphérique. La démographie du Pradet, plutôt âgée est plutôt vulnérable à ces incidences.
- **Augmentation des épisodes de forte pollution**, la forte utilisation du véhicule personnel tend à aggraver ces épisodes à l'échelle du Pradet qui est une ville sensible à ce phénomène notamment par sa proximité à des zones d'émissions majeures (autoroute, centre-ville, port).

4. Le système hydraulique, les risques hydrogéologiques et les risques littoraux

Le territoire est sensible aux inondations, l'état de catastrophe naturelle pour inondations a été déclaré 7 fois depuis 2010 et 4 fois en 2014. Par ailleurs, il est également impacté par des périodes de sécheresse.

4.1 Évolution des sécheresses

Depuis les années 1970, on observe une récurrence de périodes avec des forts déficits et notamment la récurrence d'années à forte sécheresse successives 1989-1990, 2006-2007 et 2016-2017, phénomène rarement observé lors du dernier siècle.

Au cours du XXI^{ème} siècle, quel que soit le scénario climatique considéré, un assèchement des sols est attendu en toute saison avec pour effet un allongement de la période de sol très sec (avancée nette au printemps) et une diminution de la période favorable à la recharge.

Malgré une diminution des surfaces brûlées, grâce à la prévention et la lutte anti-incendie, on remarque dans notre région une hausse des grands feux liés à des températures élevées (2003) et des années de fortes sécheresses (2016, 2017).

D'ici 2080, les conditions exceptionnelles de 2003 et 2017 devraient ainsi devenir progressivement des conditions normales voire « fraîches » selon les scénarios. Si on se base sur les scénarios du GIEC, la fréquence des grands feux observée en 2003, 2016, 2017 pourrait déjà augmenter dans les trois prochaines décennies.

Les conséquences liées au risque incendie sont multiples, par exemple, la destruction de la végétation du massif de la Colle Noire par l'incendie de 2005 a très certainement accentué les phénomènes d'inondation par ruissellement dans les zones résidentielles en aval du massif, du fait d'une moindre rétention de l'eau par les sols et la végétation.

4.2 Évolution future de la ressource en eau

Il est encore difficile de donner une image chiffrée de la ressource en eau future pour un territoire donné. En revanche, malgré ces difficultés et contraintes de modélisation, il est possible de dégager des tendances « lourdes » concernant l'évolution de la ressource sur la région et sur le territoire du Pradet :

- la baisse estivale des précipitations et la hausse importante des températures (évapotranspiration) conduiront à une forte augmentation des sécheresses estivales en durée et en intensité. L'augmentation de la demande (demande en irrigation accrue et précoce, tourisme) augmentera la pression sur la ressource ;
- une baisse globale de la ressource en eau à l'échelle annuelle et principalement en période estivale ; pour la région du Pradet, l'étude Explore 2070 prévoit une baisse annuelle de 10 à 20 % du débit des cours d'eau à l'horizon 2065, mais avec une très faible concordance des modèles ;
- une intensification des contrastes saisonniers avec des étiages estivaux plus sévères, notamment pour les bassins au régime piloté par les précipitations ;
- les études « recharge 1 et recharge 2 » sur l'évolution de la recharge en eau des nappes souterraines montrent également une baisse de 10 à 20 % de la recharge d'ici 2050 ;
- résultats d'un projet de recherche, Climsec : l'humidité des sols d'ici 2060 équivaldra aux extrêmes secs actuels.

V. Analyse de l'impact du changement climatique sur les principaux problèmes locaux

En s'appuyant sur les tendances hydroclimatiques actuelles et sur l'analyse des experts, nous pouvons supposer que les phénomènes de sécheresse tout comme d'inondation risquent de se multiplier. L'augmentation des phénomènes d'inondation pourra avoir des impacts potentiels multiples, comme l'augmentation des risques sur les biens et les personnes ou des coupures de réseaux électriques et d'assainissement. L'augmentation des phénomènes de sécheresse pourra engendrer une surexploitation de la nappe, une baisse de la ressource disponible impactant la capacité d'accueil du tourisme saisonnier, des tensions accrues sur le partage de la ressource en eau, et pourra accentuer l'érosion du trait de côte, etc.

Dans le rapport de présentation du PLU 2011, on peut lire au sujet de l'adduction en eau potable : « Les 3 dernières années ont montré que les ressources de la commune devenaient limites, le déficit pluviométrique engendre en effet une baisse récurrente du niveau de la nappe phréatique.

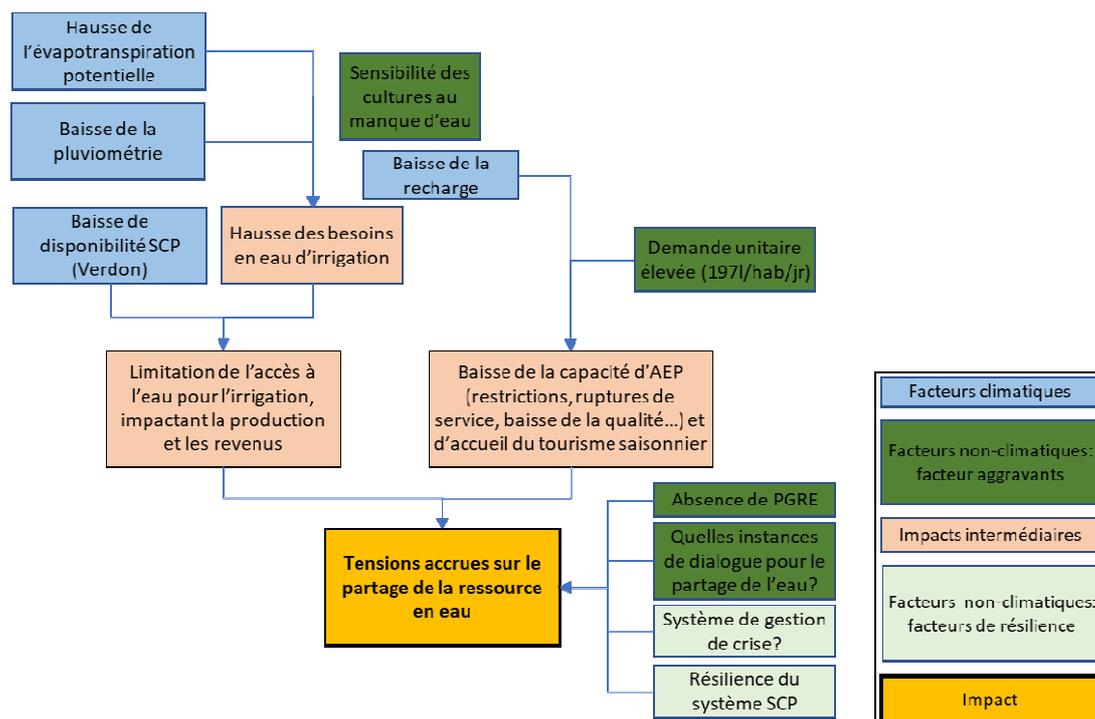


Figure 13 Chaîne d'impacts pour les tensions sur le partage de la ressource en eau

Un réchauffement de +0,3°C par décennie depuis 1960 est constaté, avec un enchaînement d'étés anormalement chauds ces dernières années (2003, puis 2015, 2017 et 2018). Une incertitude demeure quant à l'intensité des changements dépendant des politiques d'atténuation de gaz à effet de serre de l'échelle mondiale à locale conduisant à un scénario socioéconomique intermédiaire (RCP 4.5) ou pessimiste (RCP 8.5). Mais le bouleversement climatique, facteur de fragilisation des équilibres écologiques, sociologiques et économiques sur le territoire, sera majeur.

Si le scénario RCP 8.5 est malheureusement la trajectoire suivie, ces bouleversements déjà considérables deviendraient encore plus graves. À l'horizon 2085, par exemple, l'augmentation de la température estivale gagnerait en moyenne au Pradet +5°C (médiane) : la température dépasserait 25°C pendant environ 4 mois et Le Pradet subirait, par effet de seuil, 37 à 38 vagues de chaleur par an à la fin du siècle.

En définitive, l'évolution du climat au Pradet, comme dans toute la région, s'avèrera problématique avec une augmentation généralisée des températures et une tendance à la baisse des précipitations en été, une multiplication des événements extrêmes (canicules, sécheresse...). La proximité de la mer modèrera la température par rapport à l'arrière-pays, mais la hausse sera malgré tout très significative avec des effets sur les écosystèmes marins et terrestres, la vie quotidienne des Pradétants, les ressources en eau, l'agriculture, la forêt, le tourisme... Tout doit être mis en œuvre à l'échelle locale et globale pour éviter le scénario socio-économique le plus pessimiste (RCP 8.5) afin d'éviter un bouleversement climatique sans précédent en l'espace d'un siècle. L'élévation du niveau de la mer liée à la dilatation de la mer et la fonte des glaces reste une problématique grave qui nécessite une surveillance permanente.

Le profil climatique nous a permis de mettre en avant certains points de vulnérabilité de la ville du Pradet face au changement climatique.

Pour synthétiser, voici les vulnérabilités de la ville du Pradet au changement climatique :

- l'exposition aux canicules d'une population de plus en plus âgée;
- la pression des changements climatiques sur l'environnement forestier, agricole, urbain... ;
- l'aggravation de certains risques liés aux tempêtes (submersions), inondations et coulées de boue d'une part, aux impacts de l'augmentation de la température lors des pics de chaleur sur la santé et le développement socioéconomique d'autre part.

VI. Actions d'adaptation

Après avoir posé les différents éléments qui s'annoncent critiques à un horizon de temps plus ou moins éloigné, nous pouvons évoquer quelques pistes d'adaptation.

La ville possède déjà des solutions d'adaptation au changement climatique :

- La ville dispose de plusieurs zones naturelles, « sanctuarisées » par les différentes planifications d'urbanisme telles que le SCOT. Elle est par ailleurs entourée de zones agricoles et par la mer qui sont des espaces qui se rafraîchissent la nuit.
- Le parc de la mairie, en plein cœur de la zone la plus dense, agit comme un véritable îlot de fraîcheur.
- La mise en place de systèmes d'alerte avec le CCAS et en lien avec la préfecture et son plan canicule sont de nature à permettre l'information des populations avec utilisation de technologies modernes (TIC) permettaient de toucher directement les populations. L'affichage en mairie indiquant les bons gestes pour gérer la canicule gagnerait à être diffusé plus largement.
- L'organisation d'une trame vert et bleue de nature pour permettre le rafraîchissement des zones urbanisées.
- Un travail plus conséquent pourra être poursuivi concernant les zones pavillonnaires, le groupe scolaire, et la zone commerciale avec la mise en œuvre de solutions diverses (principalement « désimperméabiliser » les sols, inciter les particuliers à utiliser certains matériaux, créer des zones d'ombres, etc.).

Pour lutter contre la chaleur en ville, il peut être intéressant de :

- assurer le maintien et développer les espaces verts
- assurer le bon fonctionnement des points d'eau
- systématiquement, planter des arbres dans les opérations de requalification urbaine
- repenser le mobilier urbain existant, par exemple prévoir des pare-soleils plus importants
- penser le mobilier urbain futur, temporaire et permanent : voiles d'ombrage, fontaines et brumisateurs démontables

- privilégier les couleurs claires pour les revêtements de la rue
- promouvoir la rénovation thermique avec des systèmes d'aération
- développer des transports en commun et des déplacements doux
- adapter des modes de vie : il sera nécessaire de prévoir l'adaptation des horaires d'ouverture des services publics et des horaires de travail.

Hiérarchisation des impacts et pistes d'adaptation

Methodologie

L'objectif de ce volet est de proposer une première hiérarchisation des enjeux climatiques sur le territoire du Pradet. Nous proposons donc de réaliser une matrice d'analyse des impacts du changement climatique pour le scénario de réchauffement moyen et à un horizon 2050.

Cette hiérarchisation a été réalisée en croisant dans une matrice les principaux éléments constitutifs de la vulnérabilité au changement climatique à savoir :

Les facteurs climatiques : quelle est l'**exposition pressentie du territoire du Pradet aux aléas climatiques** à l'horizon 2050, dans un scénario intermédiaire (RCP 4.5) ?

Les facteurs non climatiques : quelle est la **sensibilité** de la commune du Pradet aux aléas climatiques ? Cette sensibilité a été évaluée à partir des éléments analysés dans ce profil climatique au travers de trois critères : la **gravité des impacts pour la commune**, le degré **d'urgence à agir, et l'extension** de l'impact sur le territoire de la commune. Enfin, la **capacité d'adaptation** de la commune a été prise en compte, venant aggraver ou diminuer la sensibilité en fonction de la capacité (technique, financière, organisationnelle...) estimée du Pradet à mettre en place des actions d'adaptation face aux impacts du changement climatique.

Ces facteurs climatiques et non climatiques ont été notés selon les grilles d'évaluation présentées ci-après. La notation étant un exercice semi-quantitatif, voire qualitatif, elle présente nécessairement un caractère subjectif. Néanmoins, les grilles d'évaluation doivent permettre d'objectiver au mieux les notes attribuées.

Les impacts ont ensuite été hiérarchisés en additionnant les scores attribués aux facteurs climatiques et non climatiques, les impacts prioritaires étant donc ceux pour lesquels le score total est le plus élevé. Il s'agit bien entendu d'un premier travail d'analyse « à dire d'expert » qui pourra être modifié et précisé dans le cadre des suites données à cette première étude de vulnérabilité.

Grille d'évaluation des facteurs climatiques (exposition)

- 1 : amélioration de l'exposition lié au CC
- +0 : exposition nulle suite au CC, pas de convergence entre les modèles
- 1: Légère exposition au CC (occurrence faible des extrêmes et variation légère par rapport à la moyenne actuelle) ou pas de convergence entre les modèles mais certains montrent un impact significatif que l'on souhaite prendre en compte (risque)
- +2 : Exposition forte (occurrences régulières des extrêmes et variation forte par rapport à la moyenne actuelle)
- +3 : Exposition majeure (occurrences « permanentes » des extrêmes et variation majeure par rapport à la moyenne actuelle)

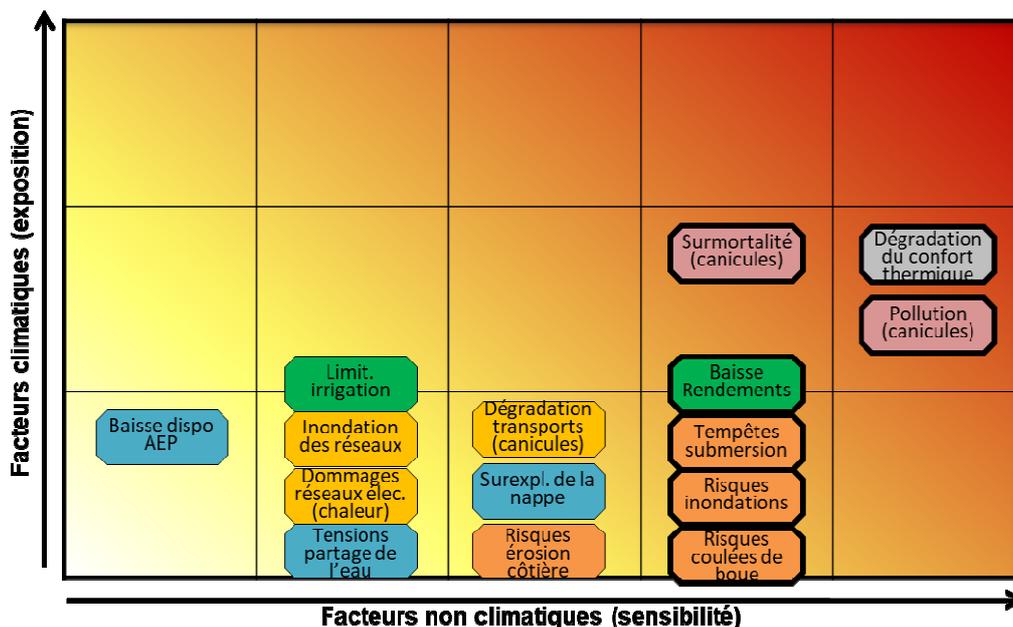
Grille d'évaluation des facteurs non climatiques (sensibilité et capacité d'adaptation)

- ✓ Gravité :
 - 0: non affecté
 - 1: affecté
 - 2: sévèrement affecté
- ✓ Urgence :
 - 0: impact lointain ou incertain
 - 1: déjà palpable OU les solutions demandent un temps de préparation
- ✓ Extension :
 - 0: sensibilités localisées
 - 1: étendues
- ✓ Capacité d'adaptation :
 - +1: incapacité de s'adapter sans une nette amélioration des moyens/des techniques/dispositions/autres...
 - +0: en mesure de s'adapter si les actions nécessaires sont mis en place, en faisant face à quelques obstacles
 - 1: en mesure de s'adapter.

Résultats de la hiérarchisation des impacts

La matrice ci-dessous récapitule le résultat de la hiérarchisation des impacts par notation des facteurs climatiques et non climatiques. Les impacts sont présentés par secteur (ressource en eau, agriculture, santé, risques, urbanisme, réseaux). Ainsi, les impacts prioritaires sont ceux cumulant des scores élevés pour les deux types de facteurs, et donc se situant le plus en haut et le plus à droite dans la matrice :

- les risques sur la sécurité des personnes et des biens liés aux inondations (par débordement et par ruissellement, ces deux types de risque ayant obtenu le même score, ils sont représentés par une seule vignette dans la matrice) ;
- les dommages aux infrastructures et aux biens situés en bordure de plage lors des tempêtes et phénomènes de submersion marine ;
- la baisse des rendements agricoles du fait de la multiplication des fortes chaleurs et de sécheresses ;
- la dégradation du confort thermique dans le bâti et les espaces publics du faite de la multiplication des fortes chaleurs ;
- les impacts des canicules sur la santé : la surmortalité des publics sensibles et les pics de pollution.



- ressource en eau
- agriculture
- santé
- risque
- urbanisme
- réseaux

Figure 14. Matrice de hiérarchisation des impacts du changement climatique sur la commune du Pradet

Le détail des scores attribués aux facteurs climatiques et non-climatiques est donné par impact en annexes.

Quelles solutions pour l'adaptation au changement climatique ?

Pour faire face aux impacts du changement climatique, plusieurs types de mesures d'adaptation peuvent être mises en œuvre :



Réduire le risque climatique par des actions techniques et de gestion : il s'agit de réduire les impacts par des solutions techniques, qu'elles soient dites « grises » (infrastructures, protections contre les inondations, méthodes de construction adaptées aux fortes chaleurs...) ou « vertes » (solutions basées sur la nature et les services écosystémiques) ;



Éducation, sensibilisation, formation ;



Recherche et connaissance ;



Gouvernance ;



Intégrer le changement climatique dans les institutions et les politiques à l'œuvre : il s'agit ici d'adapter les institutions et les politiques à l'œuvre en y intégrant directement les questions liées au climat, par exemple intégrer les projections d'élévation du niveau de la mer dans tout projet d'aménagement ou de réhabilitation sur le littoral, allonger les horizons de planification pour prendre en compte les évolutions climatiques, etc.

En cherchant une diversité de solutions parmi ces cinq différents types, on assurera une meilleure efficacité de la politique d'adaptation, en multipliant les leviers pour l'adaptation.

Pour structurer sa stratégie d'adaptation et lister les actions d'adaptation possibles aux impacts du changement climatique, on peut faire référence aux chaînes d'impacts comme celles développées dans le présent rapport. Ainsi, pour chaque impact, on peut lister les sous-problèmes en cause risquant d'accentuer la gravité de l'impact et les facteurs de résilience qui devraient être encouragés ou développés pour diminuer la gravité de l'impact.

La matrice ci-après présente quelques exemples de sous-problèmes et d'actions pour une sélection d'impacts sur la commune du Pradet.

Tableau 1. Exemples de sous-problèmes et d'actions pour une sélection d'impacts sur la commune du Pradet

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
Dégradation du confort thermique	Baisse du confort thermique en ville	Généraliser certains revêtements pour améliorer l'albédo et diminuer l'absorption de chaleur est une évolution à suivre.	
		Encourager les jardins et la non-imperméabilisation de ces derniers, en particulier avec les copropriétés, de même pour les parkings : les constructions de terrasses par exemple n'améliorent pas le confort thermique. La cour de l'école peut également être retravaillée : exemple projet OASIS Paris	 
		Poursuivre le développement des espaces verts et les sols « en terre » dans les constructions et les réhabilitations nouvelles, en demandant par exemple qu'un % minimum des programmes immobiliers à venir ou des réfections de quartier ou rue intègre une part de sols non-imperméabilisés. Mettre en place lors des rénovations urbaines des solutions de drainage / stockage des eaux pluviales.	
		Assurer le maintien des espaces verts et des points d'eau : et notamment lutter contre dépérissement des massifs forestiers	
	Baisse du confort thermique : surchauffe des bâtiments	Améliorer l'isolation (par l'intérieur et par l'extérieur, toiture)	
		Promouvoir l'audit énergétique des petites et moyennes copropriétés conjointement avec les EIE.	 
		Travailler sur les toitures (plate) des centres commerciaux/ des grandes et moyennes copropriétés : cool roof (peinture spécifique blanche) ou végétalisation des toitures	



Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
		Amélioration des systèmes de ventilation (VMC double flux, puits provençal, etc.)	
		Encourager la mise en œuvre de solutions « légères » sur l'existant : brise- lumière, voile d'ombrage, arbre feuillu côté Sud	
		Sensibiliser aux gestes utiles (fermer les volets, ouvrir la nuit et le matin, etc.)	
	Baisse de la productivité : la chaleur fatigue les organismes	Organiser le temps de travail autrement (fermeture aux heures chaudes)	
		Améliorer le confort thermique des lieux de travail (Cf. ci-dessus).	
	Baisse du tourisme : la chaleur rend la côte moins attractive en été car trop étouffante	Proposer des horaires d'ouverture adaptés.	
		Travailler l'offre de service : encourager les commerçants qui pourraient s'engager à diffuser la signalétique canicule, offrir un verre d'eau par personne en période de canicule, les aider à s'équiper en voile d'ombrage, brumisateurs, ou matériel de refroidissement efficaces, isolation thermique des divers lieux.	
		Développer un mobilier urbain « d'ombrage / brumisateur » aux points touristiques majeurs.	
		Hausse de la consommation d'énergie estivale liée à l'utilisation de climatiseurs et à la surconsommation des frigos	Inciter les solutions « naturelles » (puits provençal, boucle thermique en terre ou thalassothérapie pour les grands ensembles).
		Inciter à une consommation maîtrisée des climatisations + autres gestes (ventilation des frigidaires, éteindre les ordinateurs, etc.).	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
		Inciter aux équipements performants.	
Surmortalité / Santé	Mortalité plus importante des populations fragiles	Incitation aux bons gestes, amélioration continue du plan canicule.	
		Isolation et adaptation des EPHAD, groupes scolaires et autres bâtiments accueillant des personnes vulnérables.	
	Pollution exacerbée par la chaleur	Mise en œuvre d'un plan de réduction de la consommation énergétique.	
Baisse des rendements	Rendement agricole moindre du fait des canicules et des sécheresses qui peuvent les accompagner	Promotion du goutte à goutte et d'autres techniques efficaces : paillages, permaculture, soutiens aux agriculteurs par des circuits courts, modification des variétés plantées...	
Risque sur la sécurité des personnes et des biens en lien avec les inondations (ruissellement et débordement)	Les zones résidentielles situées à l'aval des massifs sont exposées à des écoulements importants lors des épisodes de fortes pluies	Optimiser l'infiltration et la gestion des écoulements dans les zones amont.	
	Des dysfonctionnements du réseau pluvial liés à l'obstruction des ouvrages par des matériaux ou des embâcles	Intégrer une intensification de l'aléa dans le dimensionnement des nouveaux ouvrages.	
	Contraste entre les zones agricoles en amont et les surfaces urbaines fortement imperméabilisées en aval	Éviter l'imperméabilisation des zones agricoles → maintien de l'activité agricole.	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
	Zones imperméabilisées à l'aval	Identifier les zones pouvant être désimperméabilisées (parkings, voiries...) et mener des opérations de végétalisation.	
		Élaborer des messages sur le risque et sa gestion dans les documents de communication de la commune (internet, plaquettes, affiches...) et valoriser les aménagements exemplaires	
	Faible rétention d'eau en amont par les massifs forestiers et les zones no urbanisées	Intégrer la gestion des écoulements dans la gestion des massifs forestiers.	
		Étudier l'impact à l'échelle du massif de la Colle Noire de l'intégration de la gestion des écoulements en amont.	
		Cartographier les écoulements en amont des zones résidentielles pour optimiser leur gestion.	
Risque sur la sécurité des personnes et des biens en lien avec les effondrements de terrain et coulées de boue	Des cabanons historiques devenus habitations permanentes construits dans une zone à risque (calanque du Pin de Galle)	Étudier techniquement et juridiquement la situation des cabanons.	
	Manque de connaissances sur les risques d'effondrement de terrain et sur les causes	Compléter les études en cours sur les risques et les causes des effondrements de terrain.	
Dommages aux infrastructures et aux biens situés en bordure de plage (ports, postes de secours, habitations...)	Des infrastructures situées en bordure de plage soumises à l'action des tempêtes (dommages constatés sur les postes de secours)	Recul/protection des infrastructures	
		OU mettre en place un système d'atténuation de la houle sur la plage de la Garonne (solutions douces, fondées sur la nature...).	
	Quai du port des Oursinières régulièrement submergé	Intégrer le changement climatique dans le projet de réhabilitation du port des Oursinières.	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
	La plage de la Garonne, site de fréquentation touristique, est vulnérable aux submersions marines	Recul/protection des infrastructures	
		OU mettre en place un système d'atténuation de la houle sur la plage de la Garonne (solutions douces, fondées sur la nature...).	
Baisse de la ressource disponible impactant l'AEP et la capacité d'accueil du tourisme saisonnier, risque de surexploitation de la nappe	Manque de connaissance sur la sensibilité du captage de la Foux à une baisse de la recharge	Étudier la sensibilité du captage de la Foux à une baisse de la recharge.	
	Dépendance à la ressource du Verdon, elle-même sensible	Étudier la vulnérabilité de la ressource du lac de Carcès au changement climatique à partir des résultats existants sur le système Durance-Verdon.	
	Consommation en eau élevée	Campagne de communication sur les économies d'eau.	
		Distribution d'équipements hydro-économiques.	
		Généralisation du réseau d'eau brute pour l'arrosage des espaces verts.	
		Éduquer le jeune public aux bons gestes dans le cadre d'activités périscolaires.	
Penser à une végétalisation de la ville économe en eau (stockage et récupération de l'eau de pluie, plantation d'espèces peu sensibles à la sécheresse, arrosage à l'eau brute/ eaux grises, etc.).			
Infrastructure transport	La voiture particulière est privilégiée aux transports en commun en période de forte chaleur car plus confortable	Amélioration du matériel roulant (climatisation).	 

Ainsi, pour lutter contre la chaleur en ville sur la commune du Pradet, on peut envisager divers types de solutions :

- assurer le maintien des espaces verts : dans un contexte de changement climatique, les espaces verts sont plus contraints, les forêts méditerranéennes vont certainement nécessiter l'introduction de nouvelles essences. La multiplication des espèces invasives favorisée par le climat de plus en plus chaud peut menacer la végétation entraînant une éventuelle détérioration des services écosystémiques, comme la production de fraîcheur par exemple au sein de la commune. On se rappelle qu'en bordure de la Colle Noire, les températures seraient en moyenne inférieures de -4°C par rapport au centre de Toulon ou encore de l'effet de fraîcheur procuré par le parc de la mairie de la commune où l'on enregistre 30°C , là où dans l'avenue de la 1^{er} division FL, la température monte à 33 ou 34°C ;
- développer les espaces verts et les sols « en terre » dans les constructions et les réhabilitations nouvelles, en demandant par exemple qu'un % minimum des programmes immobiliers à venir ou des réfections de quartier ou rue intègre une part de sols non imperméabilisés ;
- encourager les jardins et la non-imperméabilisation de ces derniers, en particulier avec les copropriétés, de même pour les parkings : les constructions de terrasses par exemple n'améliorent pas le confort thermique. La cour de l'école peut également être retravaillée : ci-dessous, nous avons reporté l'exemple de cour « oasis » à Paris, composée d'un revêtement perméable à l'eau de pluie, augmentation d'espaces plantés afin que la cour soit naturellement rafraîchie en période de forte chaleur ;



Figure 15. Cours « Oasis » (source : paris.fr)

- assurer le bon fonctionnement des points d'eau, prévoir de nouveaux points d'eau (petites fontaine, borne d'eau potable) dans les futurs aménagements

urbains : ils fournissent une fraîcheur immédiate non négligeable et permettent aux touristes et promeneurs de se désaltérer ;

- systématiquement, planter des arbres dans les opérations de requalification urbaine (effet de fraîcheur, évapotranspiration, dépolluant, l'arbre cumule les avantages) ;
- repenser le mobilier urbain existant : prévoir des pare-soleils plus importants pour les abribus par exemple, demander dans le cahier des charges à ce que la partie en verre puisse être enlevée l'été pour éviter un effet de serre, prévoir des bancs qui réagissent mieux à une forte exposition au soleil, etc. ;
- penser le mobilier urbain futur, temporaire et permanent. De même qu'en hiver les communes s'équipent, principalement pour célébrer les fêtes (patinoire, guirlandes, etc.), il pourra être nécessaire de s'équiper temporairement en mobilier d'été : voiles d'ombrage, fontaines et brumisateurs démontables, plantes supplémentaires, etc. Il peut également être intéressant de penser dans les futures opérations de requalification de quartier, de carrefour, et toutes opérations d'urbanisme au mobilier permettant de parer le soleil (ombrières, arbres), et d'apporter de la fraîcheur ;



Figure 16. Exemple de mobilier urbain : protection anti-pluies à Singapour (à gauche), parasol solaire à Séville (à droite en bas) et ombrière sur le littoral espagnol (en haut à droite)



Figure 17. Exemple de la coulée verte à Nice (source : cahier « Ville », GREC-SUD)

- les revêtements de la rue sont également importants : la ville du Pradet sélectionne déjà des revêtements clairs comme beaucoup de villes du Sud, souvent par souci esthétique. Les généraliser pour améliorer l'albédo est une évolution à suivre. Dans les espaces privés, il peut être intéressant d'obliger dans le PLU l'utilisation de certaines matières et/ou couleurs pour les entrées de villas et de copropriétés ;
- adapter la morphologie urbaine lors des opérations de requalification et/ou du développement de nouveaux quartiers/îlots urbains : les espaces verts doivent pénétrer au cœur des copropriétés ; une réflexion bioclimatique doit être menée pour travailler sur les revêtements et les toitures ; la disposition des bâtiments doit être prévue de manière à permettre aux brises de passer dans les différents îlots, tout en « cassant » les forts vents avec des jeux de hauteur ;

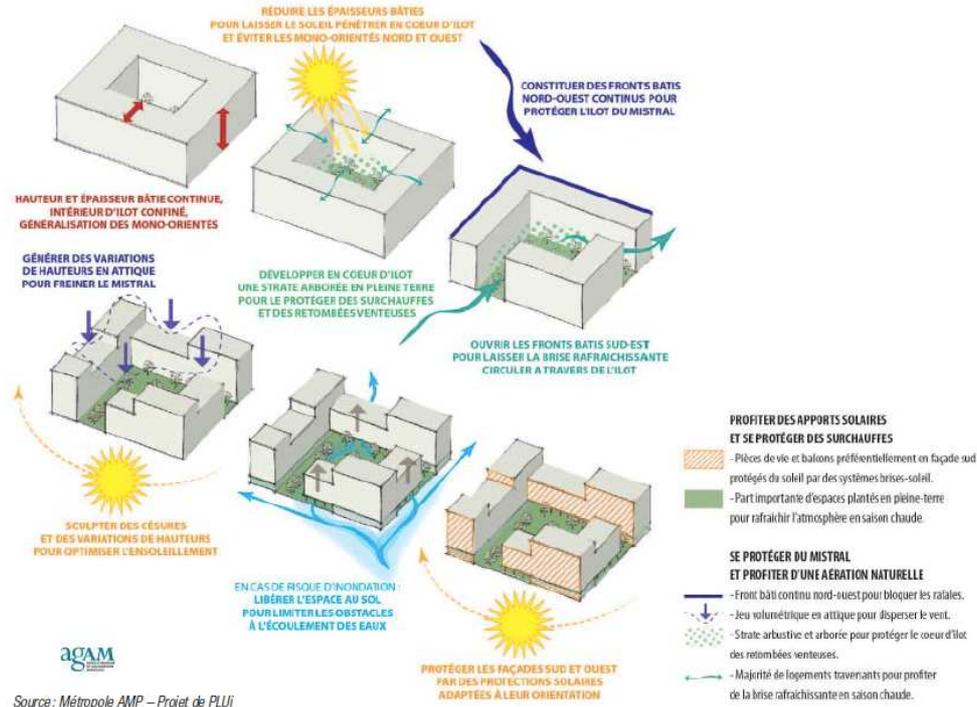


Figure 18. Illustration de principes bioclimatiques à l'échelle d'un îlot urbain (AGAM 2018)

- déployer des solutions de « rafraîchissement des toitures » peut également être une bonne idée, sur le modèle de l'expérimentation de l'entreprise Cool Roof France qui, sur l'hypermarché Leclerc de Quimper, a peint une surface de 7000 m² avec une peinture blanche spécifique pour accentuer l'albédo. Il en a résulté une réduction des émissions de GES de 175 tonnes de CO₂ (l'entreprise estime les gains à -30 % d'énergie). L'Intermarché, avenue Jean Moulin, les copropriétés et les garages autour de la rue Maréchal Lyautey et autour de l'office du tourisme, le McDonalds : beaucoup de bâtiments seraient susceptibles de profiter de ce type de démarche ;
- promouvoir la rénovation thermique avec des systèmes d'aération a le triple avantage de réduire les gaz à effet de serre, réduire le coût économique lié au chauffage et à la climatisation, mais aussi réduire l'apport de chaleur anthropique lié à l'utilisation de cette dernière ;
- le développement des transports en commun et des déplacements doux sont également des actions à fort co-bénéfices. Réduire le nombre de véhicules particuliers diminue d'autant la génération de chaleur d'origine anthropique dans la ville ;
- l'information : la commune a déployé une signalétique au cours de la canicule d'août 2018 dans ses bâtiments publics. Ce type de stratégie peut être encouragé auprès des acteurs privés ;

- l'offre de service : des points de rafraîchissement gratuits, par exemple en partenariat avec les commerçants qui pourraient s'engager à diffuser la signalétique, offrir un verre d'eau par personne en période de canicule, etc. ;
- l'adaptation des modes de vie : il sera nécessaire de prévoir l'adaptation des horaires d'ouverture des services publics et des horaires de travail. En Espagne, par exemple, les magasins ouvrent généralement de 9h à 13h30 et de 16h30 à 20h. L'après-midi étant trop chaude pour sortir faire des courses. Ce type d'adaptation devra être nécessaire dans un horizon où le réchauffement climatique nous rapproche de ce type de climat.

Pour le risque sur la sécurité des biens et des personnes lié aux inondations, les actions proposées vont de la recherche/acquisition de nouvelles connaissances (étudier l'impact à l'échelle du massif de la Colle Noire de l'intégration de la gestion des écoulements en amont, cartographier les écoulements en amont des zones résidentielles pour optimiser leur gestion) aux actions techniques et de gestion (mener des opérations de végétalisation en ville pour désimpermeabiliser les surfaces, optimiser l'infiltration dans les zones en amont), en passant par des actions de sensibilisation (diffuser des messages sur les risques) et de gouvernance (pour le maintien des zones agricoles par exemple).

On notera que certains impacts nécessitent un réel approfondissement des connaissances pour mieux cerner le niveau de vulnérabilité du Pradet et les causes des impacts (comme les effondrements de terrain ou la baisse des ressources disponibles), tandis que des mesures techniques et de gestion pourraient d'ores et déjà être mises en œuvre, sur le littoral par exemple.

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
Dégradation du confort thermique	Baisse du confort thermique en ville	Généraliser certains revêtements pour améliorer l'albédo et diminuer l'absorption de chaleur est une évolution à suivre.	
		Encourager les jardins et la non-imperméabilisation de ces derniers, en particulier avec les copropriétés, de même pour les parkings : les constructions de terrasses par exemple n'améliorent pas le confort thermique. La cour de l'école peut également être retravaillée : exemple projet OASIS Paris	 
		Poursuivre le développement des espaces verts et les sols « en terre » dans les constructions et les réhabilitations nouvelles, en demandant par exemple qu'un % minimum des programmes immobiliers à venir ou des réfections de quartier ou rue intègre une part de sols non-imperméabilisés. Mettre en place lors des rénovations urbaines des solutions de drainage / stockage des eaux pluviales.	
		Assurer le maintien des espaces verts et des points d'eau : et notamment lutter contre dépérissement des massifs forestiers	
	Baisse du confort thermique : surchauffe des bâtiments	Améliorer l'isolation (par l'intérieur et par l'extérieur, toiture)	
		Promouvoir l'audit énergétique des petites et moyennes copropriétés conjointement avec les EIE.	 
		Travailler sur les toitures (plate) des centres commerciaux/ des grandes et moyennes copropriétés : cool roof (peinture spécifique blanche) ou végétalisation des toitures	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
		Amélioration des systèmes de ventilation (VMC double flux, puits provençal, etc.)	
		Encourager la mise en œuvre de solutions « légères » sur l'existant : brise- lumière, voile d'ombrage, arbre feuillu côté Sud	 
		Sensibiliser aux gestes utiles (fermer les volets, ouvrir la nuit et le matin, etc.)	
	Baisse de la productivité : la chaleur fatigue les organismes	Organiser le temps de travail autrement (fermeture aux heures chaudes)	
		Améliorer le confort thermique des lieux de travail (Cf. ci-dessus).	
	Baisse du tourisme : la chaleur rend la côte moins attractive en été car trop étouffante	Proposer des horaires d'ouverture adaptés.	
		Travailler l'offre de service : encourager les commerçants qui pourraient s'engager à diffuser la signalétique canicule, offrir un verre d'eau par personne en période de canicule, les aider à s'équiper en voile d'ombrage, brumisateurs, ou matériel de refroidissement efficaces, isolation thermique des divers lieux.	 
		Développer un mobilier urbain « d'ombrage / brumisateur » aux points touristiques majeurs.	
		Hausse de la consommation d'énergie estivale liée à l'utilisation de climatiseurs et à la surconsommation des frigos	Inciter les solutions « naturelles » (puits provençal, boucle thermique en terre ou thalassothérapie pour les grands ensembles).
		Inciter à une consommation maîtrisée des climatisations + autres gestes (ventilation des frigidaires, éteindre les ordinateurs, etc.).	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
		Inciter aux équipements performants.	
Surmortalité / Santé	Mortalité plus importante des populations fragiles	Incitation aux bons gestes, amélioration continue du plan canicule.	
		Isolation et adaptation des EPHAD, groupes scolaires et autres bâtiments accueillant des personnes vulnérables.	
	Pollution exacerbée par la chaleur	Mise en œuvre d'un plan de réduction de la consommation énergétique.	
Baisse des rendements	Rendement agricole moindre du fait des canicules et des sécheresses qui peuvent les accompagner	Promotion du goutte à goutte et d'autres techniques efficaces : paillages, permaculture, soutiens aux agriculteurs par des circuits courts, modification des variétés plantées...	
Risque sur la sécurité des personnes et des biens en lien avec les inondations (ruissellement et débordement)	Les zones résidentielles situées à l'aval des massifs sont exposées à des écoulements importants lors des épisodes de fortes pluies	Optimiser l'infiltration et la gestion des écoulements dans les zones amont.	
	Des dysfonctionnements du réseau pluvial liés à l'obstruction des ouvrages par des matériaux ou des embâcles	Intégrer une intensification de l'aléa dans le dimensionnement des nouveaux ouvrages.	
	Contraste entre les zones agricoles en amont et les surfaces urbaines fortement imperméabilisées en aval	Éviter l'imperméabilisation des zones agricoles → maintien de l'activité agricole.	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
	Zones imperméabilisées à l'aval	Identifier les zones pouvant être désimperméabilisées (parkings, voiries...) et mener des opérations de végétalisation.	
		Élaborer des messages sur le risque et sa gestion dans les documents de communication de la commune (internet, plaquettes, affiches...) et valoriser les aménagements exemplaires	
	Faible rétention d'eau en amont par les massifs forestiers et les zones non urbanisées	Intégrer la gestion des écoulements dans la gestion des massifs forestiers.	
		Étudier l'impact à l'échelle du massif de la Colle Noire de l'intégration de la gestion des écoulements en amont.	
		Cartographier les écoulements en amont des zones résidentielles pour optimiser leur gestion.	
Risque sur la sécurité des personnes et des biens en lien avec les effondrements de terrain et coulées de boue	Des cabanons historiques devenus habitations permanentes construits dans une zone à risque (calanque du Pin de Galle)	Étudier techniquement et juridiquement la situation des cabanons.	
	Manque de connaissances sur les risques d'effondrement de terrain et sur les causes	Compléter les études en cours sur les risques et les causes des effondrements de terrain.	
Dommages aux infrastructures et aux biens situés en bordure de plage (ports, postes de secours, habitations...)	Des infrastructures situées en bordure de plage soumises à l'action des tempêtes (dommages constatés sur les postes de secours)	Recul/protection des infrastructures	
		OU mettre en place un système d'atténuation de la houle sur la plage de la Garonne (solutions douces, fondées sur la nature...).	
	Quai du port des Oursinières régulièrement submergé	Intégrer le changement climatique dans le projet de réhabilitation du port des Oursinières.	

Impact	Sous-problèmes	Actions d'adaptation	Type
	La plage de la Garonne, site de fréquentation touristique, est vulnérable aux submersions marines	Recul/protection des infrastructures	
		OU mettre en place un système d'atténuation de la houle sur la plage de la Garonne (solutions douces, fondées sur la nature...).	
Baisse de la ressource disponible impactant l'AEP et la capacité d'accueil du tourisme saisonnier, risque de surexploitation de la nappe	Manque de connaissance sur la sensibilité du captage de la Foux à une baisse de la recharge	Étudier la sensibilité du captage de la Foux à une baisse de la recharge.	
	Dépendance à la ressource du Verdon, elle-même sensible	Étudier la vulnérabilité de la ressource du lac de Carcès au changement climatique à partir des résultats existants sur le système Durance-Verdon.	
	Consommation en eau élevée	Campagne de communication sur les économies d'eau.	
		Distribution d'équipements hydro-économiques.	
		Généralisation du réseau d'eau brute pour l'arrosage des espaces verts.	
		Éduquer le jeune public aux bons gestes dans le cadre d'activités périscolaires.	
Penser à une végétalisation de la ville économe en eau (stockage et récupération de l'eau de pluie, plantation d'espèces peu sensibles à la sécheresse, arrosage à l'eau brute/ eaux grises, etc.).			
Infrastructure transport	La voiture particulière est privilégiée aux transport en commun en période de forte chaleur car plus confortable	Amélioration du matériel roulant (climatisation).	 

VII. Mise en œuvre des actions, suivi et évaluation

La réglementation et la logique territoriale dans la gestion des actions d'adaptation au changement climatique, nous oblige à penser les actions à une échelle métropolitaine. C'est pourquoi la législation française a transféré la compétence sur l'adaptation au changement climatique aux intercommunalités.

Les actions vont donc être jugées à l'échelle de leurs nécessités et de l'intérêt communautaire. Elles seront par la suite mises en œuvre de manière progressive en respectant une notion de priorité et de disponibilité budgétaire.

Deux personnes ont été recrutées au sein de la métropole toulonnaise pour suivre la mise en place des actions d'adaptation au changement climatique.

Pour l'instant, la collectivité n'a pas souhaité mettre en place un planning de réalisation des actions contraignant.

Toutefois la commune du Pradet a souhaité favoriser le maintien de ses espaces verts.

