

# A P P R O C H E E N V I R O N N E M E N T A L E D E L ' U R B A N I S M E



*Pour une requalification environnementale  
de la zone commerciale de  
Plan de Campagne*



Alice ATAY  
Martine BRESSON  
Damien CARON  
Catherine DIETERLEN  
Valerie FOUQUE  
Jean Yves GODEFROY  
Florence KAHN-PERDEREAU  
Helene SCIUS HAUVILLER

memoire de fin de formation :  
qualite environnementale  
des projets  
architecturaux et urbains  
en regions mediterraneennes  
ENSA MARSEILLE



janvier 2010

Cette étude a été réalisée en tant que mémoire de fin de formation continue professionnelle «Qualité environnementale des projets architecturaux et urbains en régions méditerranéennes à l'heure du développement durable » organisée par l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Marseille, sous la direction de Sébastien GIORGIS et Yves DOLIGEZ.

	profil	adresse mail	téléphone
Alice ATAY		ataya@d83.ffbatiment.fr>	611474923
Martine BRESSON	architecte DPLG	bresson.archi@wanadoo.fr	610633177
Damien CARON	architecte DPLG	carondamien@yahoo.fr	677843994
Catherine DIETERLEN	urbaniste OPQU architecte DPLG	cdieterlen@orange.fr	0682309856
Valérie FOUQUE	urbaniste, mobilité, architecte DPLG	valerie.fouque051@orange.fr	632073033
Jean Yves GODEFROY	ingénieur thermicien	jy_godefroy@yahoo.fr	
Florence KAHN – PERDEREAU	architecte DPLG	perdereau-kahn@orange.fr	607415324
Hélène SCIUS-HAUVILLER	architecte DPLG	helenescius@yahoo.fr>	680232094

## SOMMAIRE

I.	Introduction.....	5
1.	DONNEES DE CADRAGE.....	6
II.	Climat et qualité de l'air.....	10
1.	Données de cadrage : changement climatique et qualité de l'air : .....	11
2.	Etat des pollutions sur le territoire de la Communauté du Pays d'Aix : .....	17
3.	Etat des pollutions atmosphériques : Cabries et les Pennes Mirabeau au sein de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix: analyse sectorielle .....	21
4.	Conclusion : un mode de fonctionnement générateur de pollutions et d'inconfort .....	23
III.	Paysage et espaces publics.....	25
1.	Objectifs du diagnostic paysage et espaces publics.....	26
2.	Topographie, sous-sols, sols et végétation.....	27
3.	Gestion actuelle des eaux de pluie .....	48
4.	Un espace public qui reste à inventer .....	61
5.	Des formes urbaines célibataires : Typologies des bâtiments commerciaux .....	68
IV.	Energie et bilan carbone .....	73
1.	Données de cadrage : consommations d'énergie.....	74
2.	Consommation énergétique de Plan de Campagne et bilan carbone .....	77
3.	Quelle stratégie adopter : .....	83
V.	De la gestion des déplacements au management de la mobilité .....	94
1.	Les revers d'une bonne accessibilité routière .....	96
2.	La desserte en transport collectif .....	100

3.	Les conséquences environnementales des déplacements générés par Plan de Campagne .....	106
VI.	Déchets .....	109
1.	Données de cadrage : tonnage de déchets émis par la zone de Plan de Campagne .....	110
VII.	Synthèse du diagnostic .....	113
VIII.	Eléments pour un projet .....	114
1.	La stratégie globale à adopter pour la problématique énergie.....	115
2.	Vers une amélioration du tri des déchets.....	116
3.	La gestion de la mobilité : un enjeu global .....	117
4.	Quelles sont les conditions durables de mise en œuvre d'aménagement des espaces publics ?.....	123
5.	Trame verte/ Trame active .....	138
6.	Schéma de synthèse du projet.....	140
7.	Tableau de synthèse Diagnostic et Projet.....	141
8.	Evaluation de la faisabilité.....	142
En guise de conclusion :	Plan de Campagne : quel avenir ? .....	143
Liste des Entretiens menés .....		148
Bibliographie .....		149

La question d'origine de cette étude « Peut-on améliorer le fonctionnement de la zone et la facture énergétique en tant que zone commerciale ? » est posée comme préalable à une étude de type « Approche Environnementale de l'Urbanisme ».

Nous posons comme postulat que cette amélioration ne peut être réalisée que dans le sens d'une compréhension, d'une « intelligence » de la vocation commerciale de la zone. L'investissement nécessaire à l'amélioration environnementale ne peut être motivé et accepté par les exploitants qu'au regard d'un développement commercial parallèle.

On pourrait bien sûr, se poser la question, avec une visée plus lointaine, à savoir : au-delà de son état et de sa vocation actuels, peut-on envisager un retour ou une transformation de ce site, en tout autre chose ; et se demander si cet « aménagement » commercial est transformable, voire réversible, et comment ? Si en particulier, ce site pourrait, comme une carrière ou une mine désaffectée, faire l'objet de travaux et aménagements visant à un retour en arrière à un stade plus proche de son état naturel, vers une sorte de « renaturalisation » de ce site ?

Nous ne chercherons pas à répondre à cette deuxième question, qui serait celle d'une transformation totale du site, dans son aménagement, comme dans sa vocation.

Mais nous n'oublierons pas cependant qu'elle pourrait se poser, répondant à des évolutions non confirmées pour l'instant, d'une modification profonde du fonctionnement des zones métropolitaines, après une augmentation sans précédent des prix des produits pétroliers, influant sur les comportements et les modes de consommation, au point de susciter une réorganisation spatiale du commerce, du « grand » commerce en particulier.

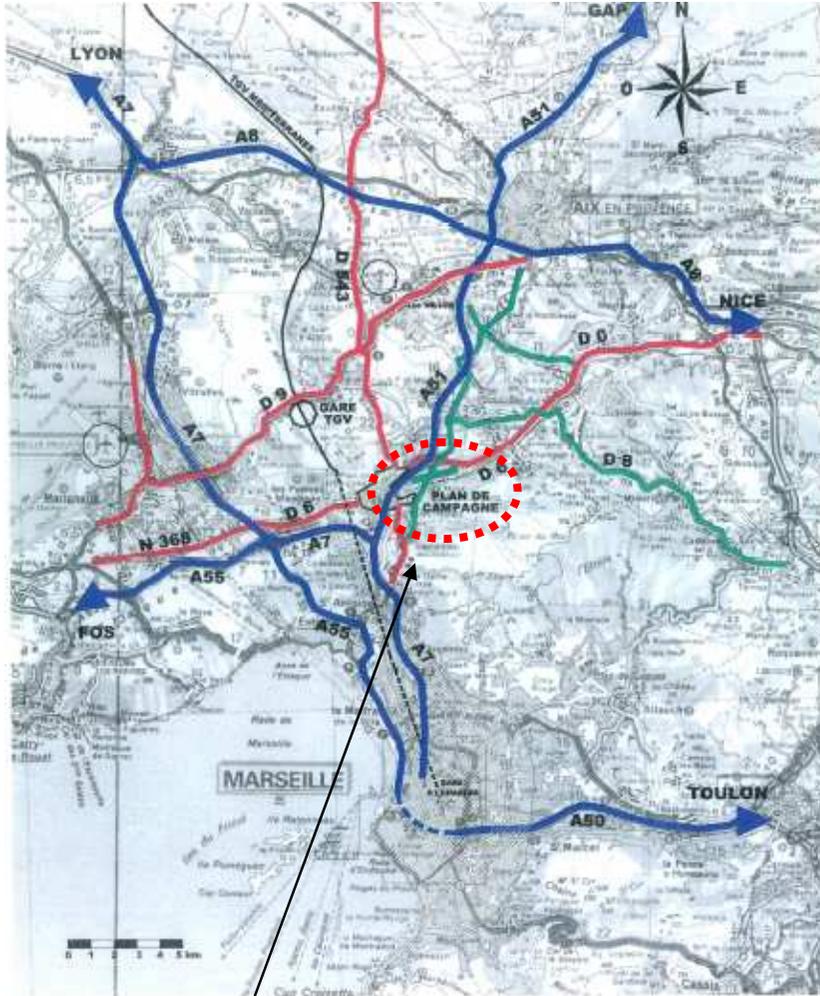
Notre objectif se limitera donc, à rechercher tous les éléments et dispositifs propres à améliorer la qualité environnementale, faire baisser la « facture » énergétique, sur la zone, réduire les impacts environnementaux au-delà de la zone sur l'aire métropolitaine Aix Marseille, bref les éléments permettant de poser les modalités d'une requalification en profondeur de la zone, tout en œuvrant à la pérennité de sa vocation actuelle.

Dans cette voie, poser un diagnostic sur cette zone commerciale signifie rechercher les éléments tendant à l'amélioration du confort thermique dans tous les types de lieux, intérieurs et extérieurs, l'amélioration de la qualité paysagère, l'urbanité, la lisibilité du site, le confort d'usage et le plaisir des espaces publics et extérieurs, la restitution des corridors biologiques, la dépollution des sols, le cas échéant.

Ces éléments ont été tirés de nombreuses bases de données institutionnelles, d'entretiens menés avec les services de la communauté d'agglomération du Pays d'Aix, de la Chambre de Commerce, des propriétaires et exploitants. Par ailleurs, de nombreuses visites et relevés de terrain ont permis d'enrichir cette collecte.

Il est cependant notable que malgré l'immense apport que constitue le réseau Internet de nos jours, des difficultés importantes subsistent dans le recollement de ces données : accès et informations incomplètes, lacunes géographiques, sites non mis à jour ; unités incohérentes entre bases de données différentes, données payantes dans certains cas ; sans oublier la quantité très importante de recherches dans des sites différents pour une même thématique, a fortiori pour une étude de type Approche Environnementale de l'Urbanisme.

## 1. DONNEES DE CADRAGE



Plan de Campagne Source IGN

La zone commerciale de Plan de Campagne est située quasiment au centre de gravité de l'aire urbaine Aix Marseille.

Elle s'est développée dans une première phase en 1967 sur 150 hectares environ, soit une surface presque équivalente à celle de l'hypercentre de Marseille (200 hectares environ) autour d'un magasin d'électro-ménager « discount » (ouvert en 1964). Elle a inauguré, à cette époque en Europe, le concept de zone dédiée en priorité au commerce.

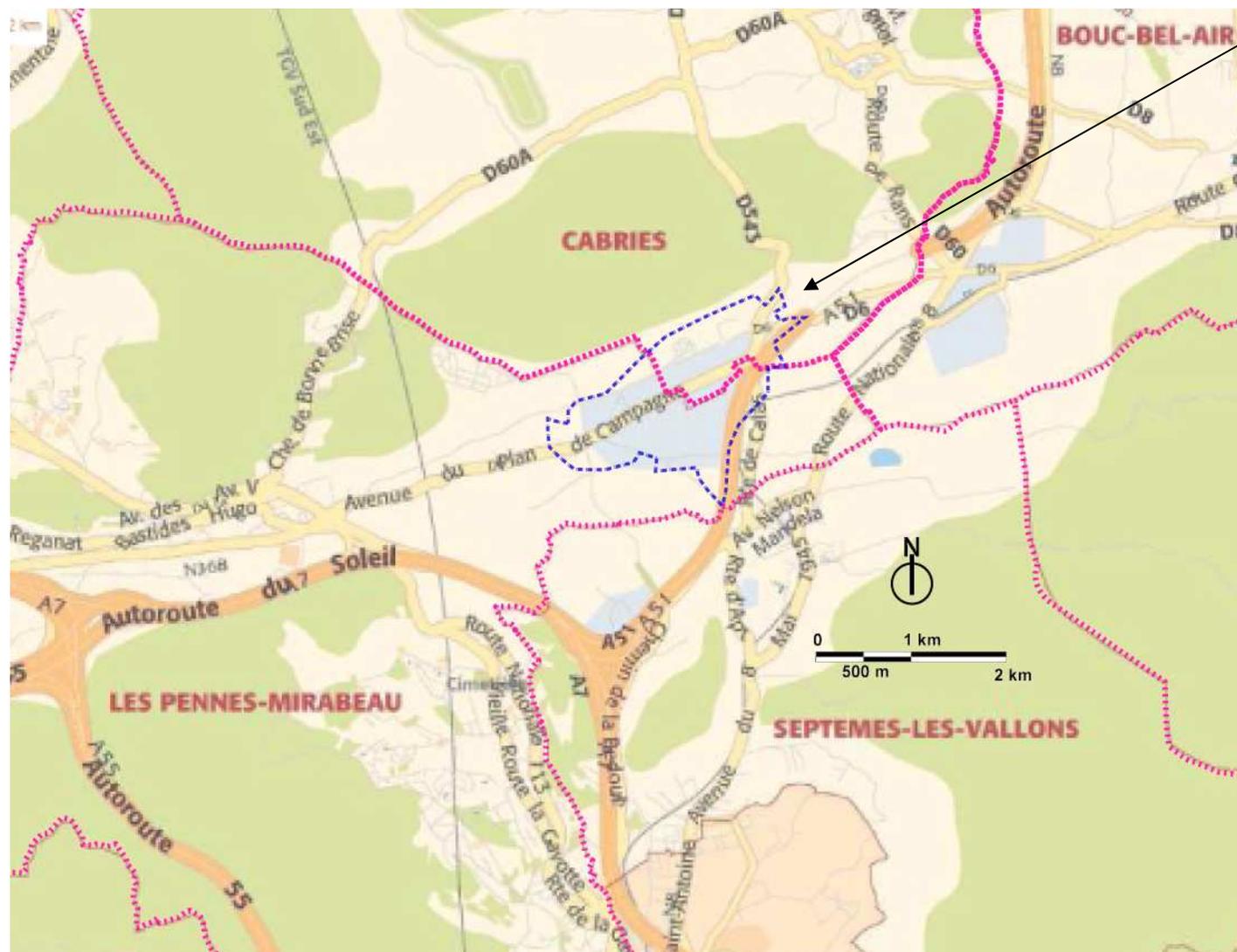
A l'aube du XXI<sup>ème</sup> siècle, elle reçoit 2 millions de visiteurs par mois (ce qui lui donne la place de 2<sup>ème</sup> centre commercial en France après Vélizy 2) et jusqu'à 400 000 visiteurs par jour, notamment en raison de son ouverture dominicale depuis 1964.

Descriptifs économiques en 2000 :

- 400 établissements dont 2/3 de moins de 10 salariés et 1/4 entre 10 et 50 salariés.
- 220 000 m<sup>2</sup> de surfaces de ventes
- 6 000 emplois dont plus de 400 étudiants, et :
  - 5 000 salariés dont 88% en contrat à durée déterminée et,
  - 1 000 emplois (commerçants non salariés et salariés employés par des entreprises prestataires travaillant sur le site)
- 14 millions de passages aux caisses
- 762 millions d'euros de chiffres d'affaires
- 16,5 millions d'euros de base de taxe professionnelle, dont 3 millions d'euros versés aux communes

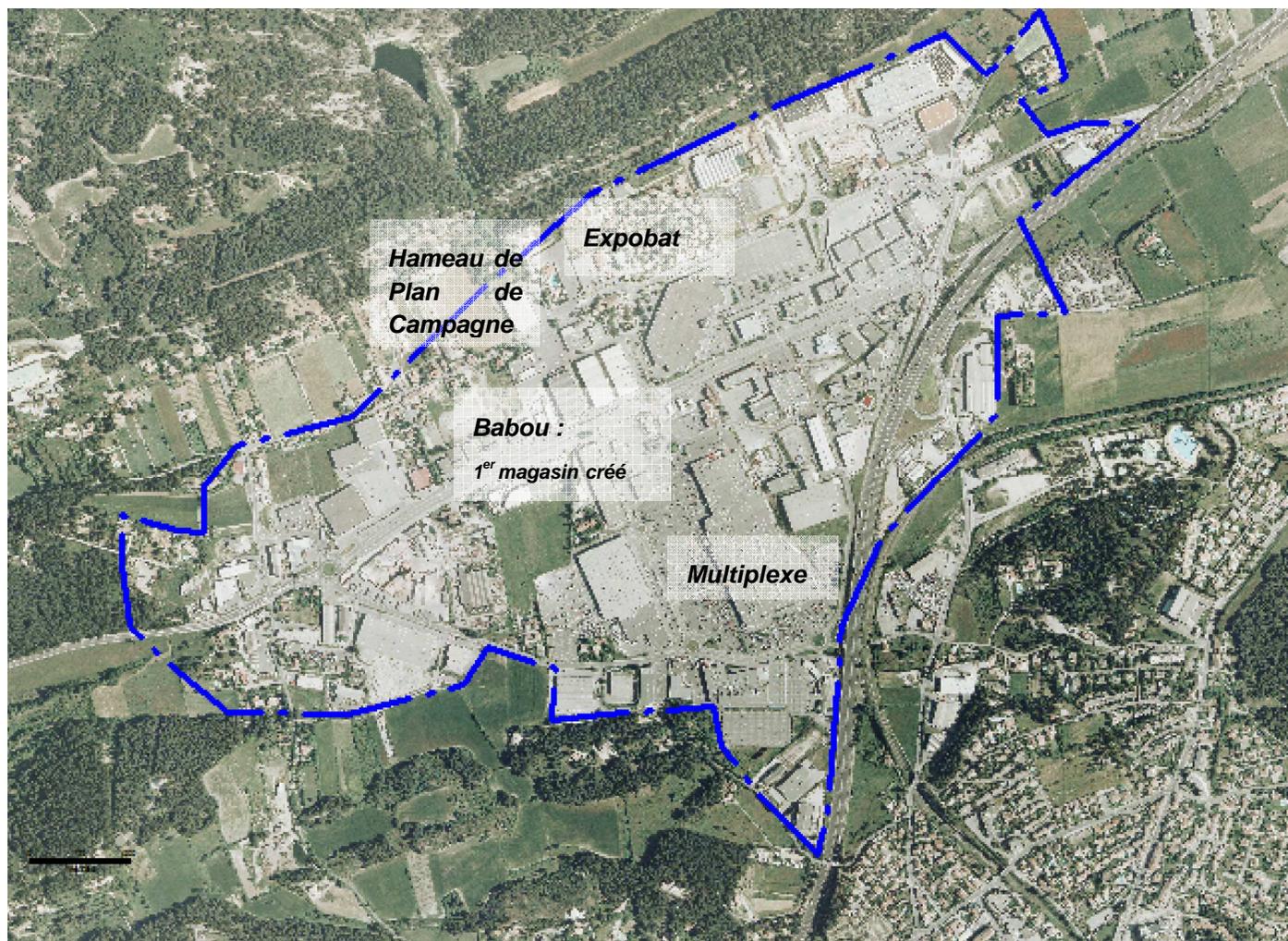
(Source : Schéma Directeur de Plan de Campagne – Diagnostic et premières orientations, novembre 2003).

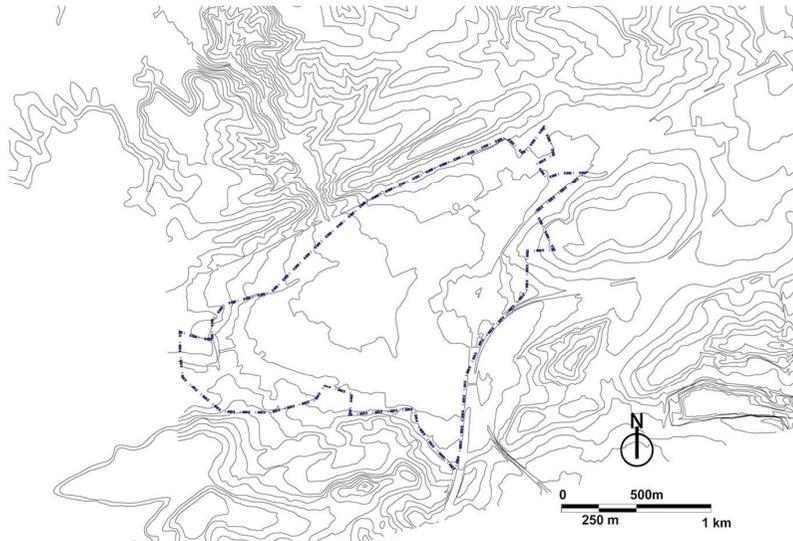
En limite du territoire de l'agglomération du pays d'Aix, la zone de Plan de Campagne est à cheval sur 2 territoires communaux distincts : Les Pennes Mirabeau et Cabries et jouxte une troisième commune : Septèmes-les-vallons, au-delà de l'autoroute A 51. *Plan de Campagne Source Infoterre*



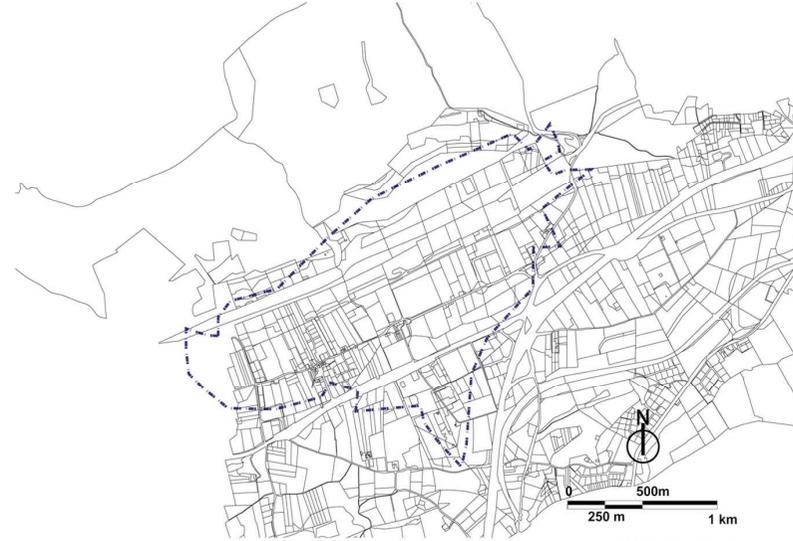
Approche Environnementale de l'Urbanisme - Pour une requalification environnementale de la zone commerciale de Plan de Campagne

Créée en bordure du hameau de Plan de Campagne qui lui donne son nom, la zone accueille depuis 1996, outre les activités commerciales habituelles de ce type de zone, des activités ludiques (cinéma, jeux aquatiques) de la restauration, un village d'exposition de maisons individuelles sur 3 hectares (Expobat), le plus grand et le plus ancien de ce type en France. Nous avons défini notre périmètre d'étude en intégrant au plus près les parcelles à occupation commerciale, soit une **superficie de 128,9 hectares**, sans exclure le hameau ancien et Expobat, tous deux « absorbés » par cette zone commerciale.

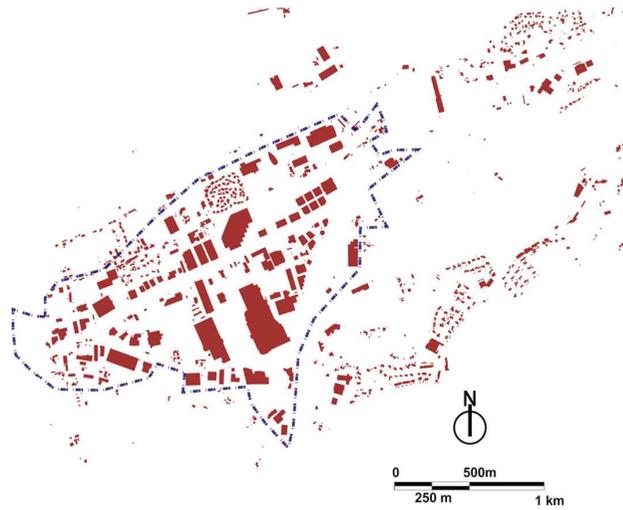




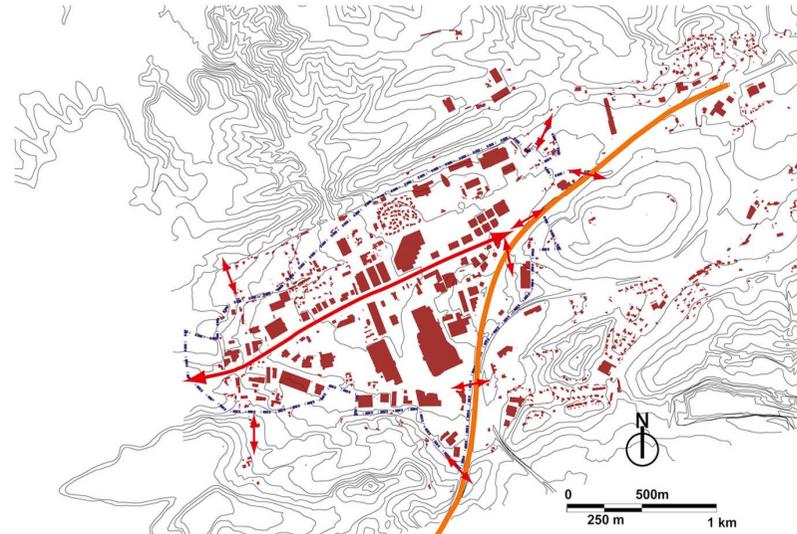
COURBES DE NIVEAU



PARCELLAIRE



BATIS



VOIES STRUCTURANTES  
et ACCES à la zone de Plan de Campagne

## II. Climat et qualité de l'air

---

---

## 1. Données de cadrage : changement climatique et qualité de l'air :

---

### Les polluants atmosphériques

---

(Source Citepa et Ademe)

Il existe de très nombreux polluants atmosphériques, comme le dioxyde de soufre ou les oxydes d'azote, les particules fines, l'ozone, les composés organiques volatiles (tel le benzène), mais aussi des métaux.

Les sources de ces polluants liés aux activités humaines peuvent être de deux origines:

- fixes -activités industrielles ou agricoles, habitat- ou mobiles -transport routier, aérien, maritime.

Bien que les émissions soient en baisse régulière, chaque année en France, ce sont encore plus de 9 millions de tonnes de polluants qui sont émis dans l'air par les activités humaines (industrie, automobiles, activités domestiques, agriculture, etc.).

Ces pollutions sont à l'origine de plusieurs grands phénomènes :

#### ***Appauvrissement de l'ozone stratosphérique :***

L'ozone stratosphérique est qualifié de **bon ozone** car il absorbe le rayonnement UV solaire et nous préserve ainsi contre le risque de cancer cutané et autres mutations génétiques. Il préserve également l'activité photosynthétique des plantes. Une forte corrélation entre le **déficit en ozone et les concentrations en ClO** a été mise en évidence. La présence des radicaux Cl et ClO (monoxyde de chlore) dans la stratosphère est liée à l'émission naturelle de chlorure de méthylène par les océans et aux chlorofluorocarbures (CFC) émis par les activités humaines.

#### ***Acidification :***

La pollution acide (ou **pluies acides**) est liée aux polluants acides (SO<sub>2</sub>, NOx, NH<sub>3</sub>, HCl, HF) émis par les activités humaines. Ces polluants retombent sous forme de **retombées sèches ou humides**. SO<sub>2</sub> et NOx se transforment en sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) et en nitrates (NO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) dans le cas où l'atmosphère est sèche, ainsi qu'en acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et en acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) dans le cas où l'atmosphère est humide. Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.

#### ***Eutrophisation :***

L'eutrophisation correspond à une perturbation de l'équilibre biologique des sols et des eaux due à un **excès d'azote** notamment d'origine atmosphérique (NOx et NH<sub>3</sub>) par rapport à la capacité d'absorption des écosystèmes.

#### ***Pollution photochimique :***

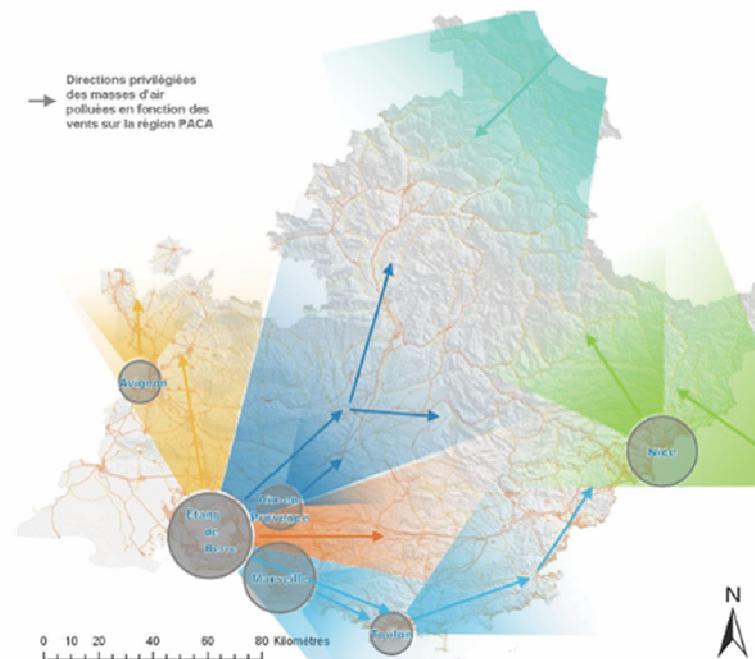
La pollution photochimique est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la **formation d'ozone** et d'autres composés oxydants à partir de polluants primaires (appelés précurseurs) : oxydes d'azote (NOx) et composés organiques volatils (COV) et d'énergie apportée par le rayonnement ultraviolet (UV) solaire. L'ozone formé à ce niveau est qualifié de "mauvais ozone" en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux. L'ozone a des effets sur la santé humaine, les écosystèmes forestiers et agricoles. En outre, ce phénomène de pollution photo-oxydante est intimement lié à celui des pluies acides.



■ **Atmopaca : données ozone 2008**

La région PACA représente **8% des émissions** de composés organiques volatils et d'oxyde d'azote **en France** et les **Bouches-du-Rhône** sont à l'origine de respectivement **39% et 49% des émissions régionales** de ces composés. Le pôle de l'Etang de Berre pour les sources industrielles et l'agglomération d'Aix-Marseille pour les transports en sont les principaux contributeurs. La région PACA est l'une des plus impactées par la pollution photochimique.

Dans les Bouches-du-Rhône, le **seuil** de recommandation à l'**ozone** (180microg /m<sup>3</sup>/h) a été **dépassé 19 jours durant l'été 2008** et 21 jours en 2009, entre mai et août.

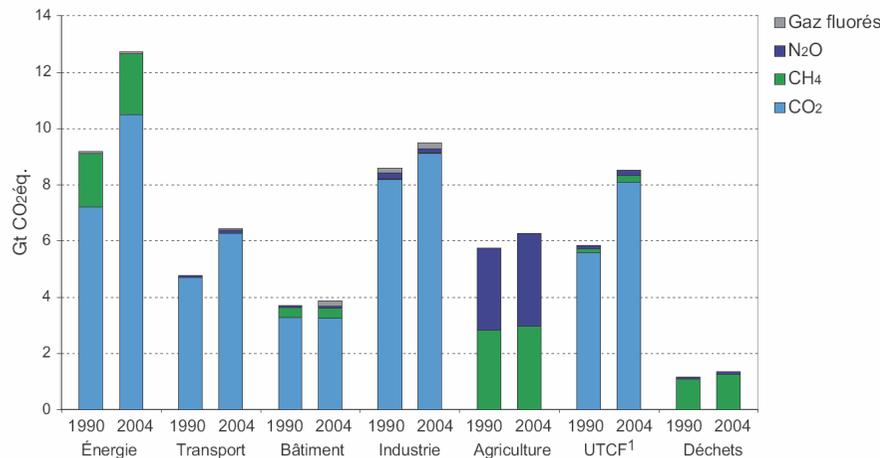


## Effet de serre

L'effet de serre est un **phénomène naturel** lié à l'absorption des rayonnements Infra Rouge (IR) de grande longueur d'onde renvoyés, par la surface terrestre, par des composés présents dans l'atmosphère : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC. Une partie du rayonnement IR n'est pas renvoyée vers l'espace. Il y a donc **absorption d'énergie**. Cette énergie est transformée en **chaleur**. Depuis l'ère industrielle, il y a accroissement des concentrations des gaz à effet de serre :



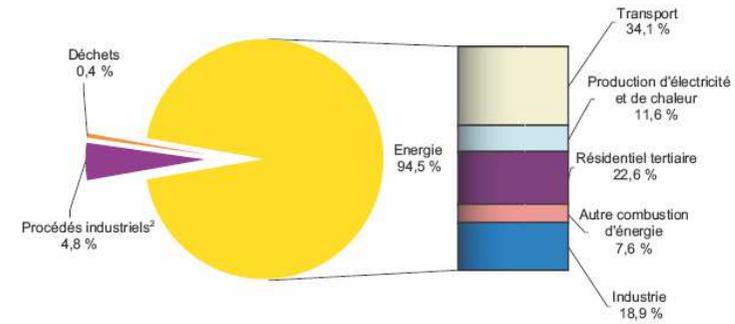
Évolution des émissions globales de GES par secteur entre 1990 et 2004



Source : GIEC, 4<sup>e</sup> rapport du 1<sup>er</sup> groupe de travail, 2007.

La combustion d'énergie constitue la source principale d'émissions de CO<sub>2</sub>, à la hauteur de 93% en Europe, et 95 % en France.

Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> en France par source en 2006 (404 Mt CO<sub>2</sub> hors UTCT<sup>1</sup> et DOM inclus)



Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2008.

En France, le secteur des **transports** contribue à hauteur de **34% aux émissions de CO<sub>2</sub>**, suivi du résidentiel et tertiaire (23%).

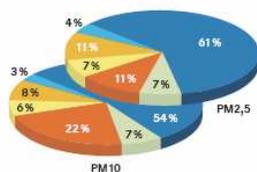
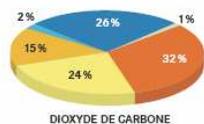
## Les gaz à effet de serre en PACA bilan 2004

En 2004, 54,4 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> ont été émises en région PACA.

Le **dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)** est le principal gaz à effet de serre : il représente 99% des émissions de GES : en 2004, 49,7Mt de CO<sub>2</sub> ont été émises en PACA.

(Pour mémoire, le CO<sub>2</sub> représente 76,7 % des GES dans le monde- GIEC 2007).

## Analyse sectorielle Atmopaca :

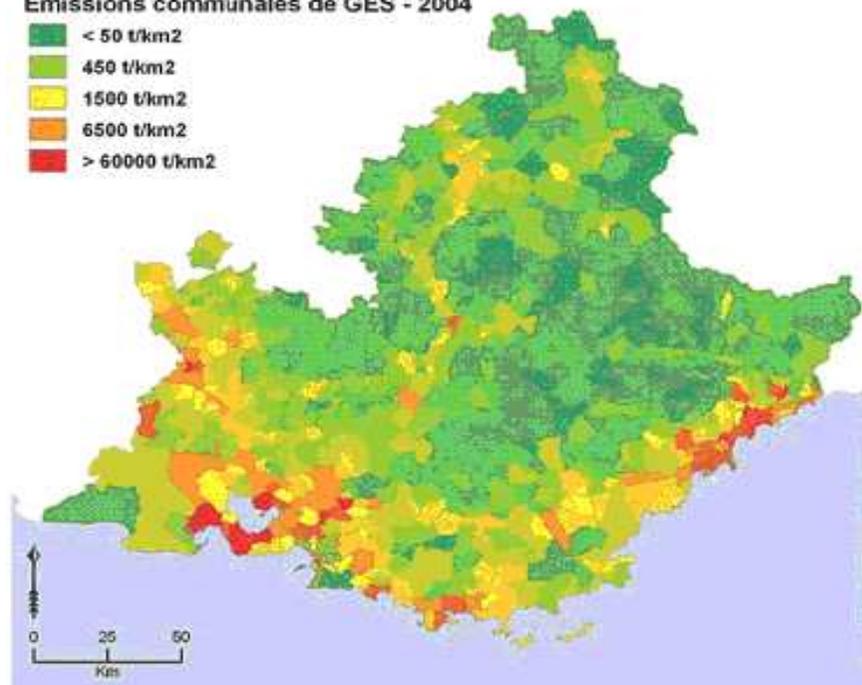


### LES ACTIVITÉS CONCERNÉES :

Les émissions sont calculées selon 80 activités, agrégées en 6 secteurs principaux :

- Agriculture/sylviculture/nature :** activités agricoles (utilisation d'engins, épandage d'engrais, élevage...) et sources naturelles (émissions par la végétation et les sols).
- Industrie et traitement des déchets :** activités industrielles (combustion, procédés de production, utilisation de solvants), incinération des déchets, décharges, traitement des eaux.
- Production et distribution d'énergie :** activités de production d'électricité, chauffage urbain, raffinage du pétrole, distribution de combustibles.
- Résidentiel et tertiaire :** combustion du secteur résidentiel, commercial et institutionnel, utilisation domestique de solvants.
- Transports routiers :** véhicules particuliers, véhicules utilitaires, 2 roues, etc.
- Transports non routiers :** trafic maritime, aérien, fluvial et ferroviaire.

### Emissions communales de GES - 2004



### A RETENIR :

Dans les Bouches-du-Rhône, le seuil de recommandation à l'ozone (180 µg /m<sup>3</sup> /h) a été dépassé 19 jours durant l'été 2008 et 21 jours en 2009, entre mai et août.

Afin de diminuer les émissions d'oxyde d'azote, responsables de la pollution photochimique à l'ozone, qui va continuer d'augmenter en même temps que le réchauffement climatique, ainsi que les émissions de GES constituées à 99 % de CO<sub>2</sub>, il faut diminuer les transports routiers et maîtriser les consommations d'énergie.

## Conséquence de l'effet de serre : le réchauffement climatique :

« Le développement des activités humaines accroît l'effet de serre, avec pour conséquence une augmentation de la température à la surface du globe et un risque d'importants changements climatiques sur la planète... La France, comme tous les pays du monde, n'est pas et ne sera pas épargnée par les changements climatiques. Au cours du dernier siècle, la température moyenne y a déjà augmenté de 0,9°C, contre 0,6°C, en moyenne sur le reste de la planète » ADEME.

Rappel des données météorologiques actuelles : un site en climat méditerranéen.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Fraction d'insolation	0,51	0,52	0,58	0,65	0,67	0,71	0,82	0,78	0,67	0,59	0,5	0,51	0,64
Ensoleillement kWh/m <sup>2</sup> -j	1,57	2,48	3,75	5,33	6,49	7,15	7,38	6,31	4,62	3,04	1,84	1,36	4,28
Moyenne des T° max Tx	10,8	11,4	14,4	17,3	21,5	25,3	28,7	28	24,7	19,9	14,4	11,1	19
Moyenne des T° min Tn	0,2	1,1	3	5,3	8,8	12,3	14,4	14,1	12,1	8,2	4	0,9	7,1
Moyenne mensuelle Tm	5,7	6,2	8,7	11,3	15,1	18,8	21,5	21,1	18,4	14	9,2	6	13
Température eau froide	9,2	9,8	11,6	13	14,9	16,8	18,1	17,9	16,3	13,8	11,3	9,6	13,5
DJU base 18	385	327	275	180	82	19	2	5	34	116	252	362	2039

Données de la station météorologique d'Aix en Provence

Une étude des tendances-clé du réchauffement climatique en région PACA a été menée (mai 2008) par l'étude Ecofys /MEDCIE : rapport CC PACA.

### Résultats en termes de température :

Les températures moyennes peuvent augmenter sur la région PACA : jusqu'à 2,1 ° à l'horizon 2030, 3,1 °C en 2050, 5, 2 °C en 2080. L'été est la

saison la plus exposée au réchauffement. Le nombre de jours de températures supérieures à 35 ° peut être de 10 jours en 2030, 15 jours en 2050, 35 jours en 2080.

### Les résultats en termes de précipitations :

**Baisse des précipitations** : diminution jusqu'à 200 mm cumulés en moins à l'horizon 2080. (Précipitations annuelles actuelles : 544 mm).

À l'horizon 2030, la région PACA devrait connaître un allongement des périodes sèches de 10 jours environ. Elles seront de 40 jours consécutifs par an sur le delta du Rhône.

Le littoral est plus exposé aux périodes sèches.

### Les résultats en termes de pollution :

Ces conditions climatiques engendrent un **accroissement des pics d'ozone**.

Il y a un effet combiné sur la santé entre la pollution atmosphérique et l'augmentation des températures, conduisant à une recrudescence de maladies cardiovasculaires et respiratoires ... Ces éléments sont renforcés par l'effet de l'îlot de chaleur urbain en ville, (ICU).

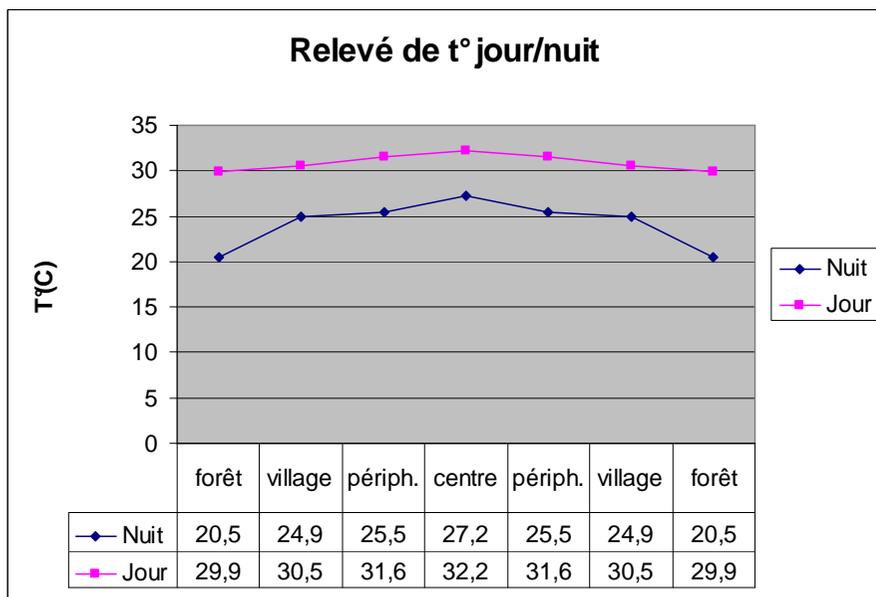
## Plan de Campagne, un îlot de chaleur ?

### Le constat de l'effet «îlot de chaleur »

Quiconque s'est déjà rendu à Plan de Campagne l'été sait qu'en pleine journée, il y fait très chaud. Pourquoi ?

D'une part, parce que cette zone n'est pas du tout abritée du rayonnement solaire. D'autre part, parce que cette zone commerciale est ceinturée de parkings bitumés. A cause de sa couleur, le bitume a non seulement la propriété de renvoyer une grande partie de la chaleur du soleil (on grille, donc), mais en plus la partie de chaleur absorbée est accumulée la

journée pour être libérée la nuit : cette zone ne peut pas, a priori, « se rafraîchir » suffisamment la nuit. Ce phénomène, que l'on nomme îlot de chaleur, est essentiellement un phénomène urbain, mais nous avons voulu savoir, en prenant les températures in situ, si ce que l'on ressent sur place l'été se vérifie par les mesures.



Températures relevées le 15 juin 2009 à midi et à minuit



Les écarts de température entre les parkings situés au centre de la zone et la campagne environnante sont de 2°C supplémentaires sur les parkings le jour et de 6,7°C la nuit : même si Plan de Campagne n'est pas en situation urbaine dense, elle en a les mêmes caractéristiques du point de

vue de l'îlot de chaleur. Certes, le phénomène est plus sensible la nuit alors que la zone est vide, mais le lendemain, la zone « redémarrera » avec une température plus haute que celle des environs. Si bien que lors d'une série de belles journées ensoleillées d'été, il y fera de plus en plus chaud.

### L'adaptation au changement climatique

- Ombrage par toiles tendues ou panneaux photovoltaïques spécifiques aux parkings ;
- Brumisateurs intégrés aux candélabres (voir brumisateurs de la gare St-Charles à Marseille) ;
- Végétaliser le site, avec des plans d'eau de manière à rafraîchir l'atmosphère par évapotranspiration.

### A RETENIR :

**L'adaptation au changement climatique est une nécessité : Les conséquences pour la zone de Plan de Campagne seront liées, d'une part, aux questions de confort thermique avec la nécessité d'adapter les bâtiments et d'améliorer la qualité des espaces extérieurs. Elles seront liées, d'autre part, aux phénomènes de pollution : la hausse moyenne des températures ainsi que l'augmentation des épisodes de canicules, devraient favoriser l'augmentation des pics de dépassement de l'ozone, et entraîner des restrictions de circulation.**

## 2. Etat des pollutions sur le territoire de la Communauté du Pays d'Aix :

### Ozone :

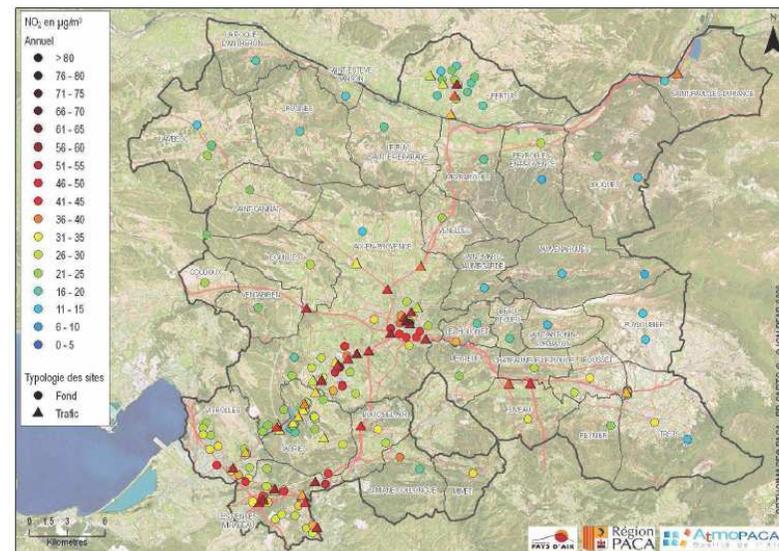
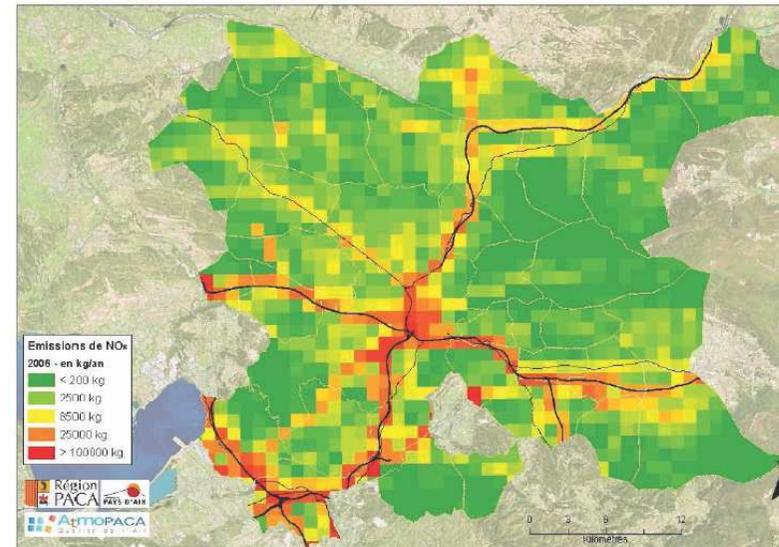
Emissions d'oxydes d'azote (NOx) :

Les quantités les plus importantes sont situées au niveau de la centrale thermique de Meyreuil et le long des axes routiers les plus importants.

Les transports routiers sont responsables de 42 % des rejets de NOx.

Deux points situés dans la zone commerciale de Plan de Campagne montrent des concentrations supérieures à la valeur limite avec  $56 \mu\text{g} / \text{m}^3$  sur la RD6 au niveau du magasin « Cuir Center » ( 22000 véhicules/jour) et  $49 \mu\text{g} / \text{m}^3$  sur le secteur sud au niveau du fast food Mac Donald.

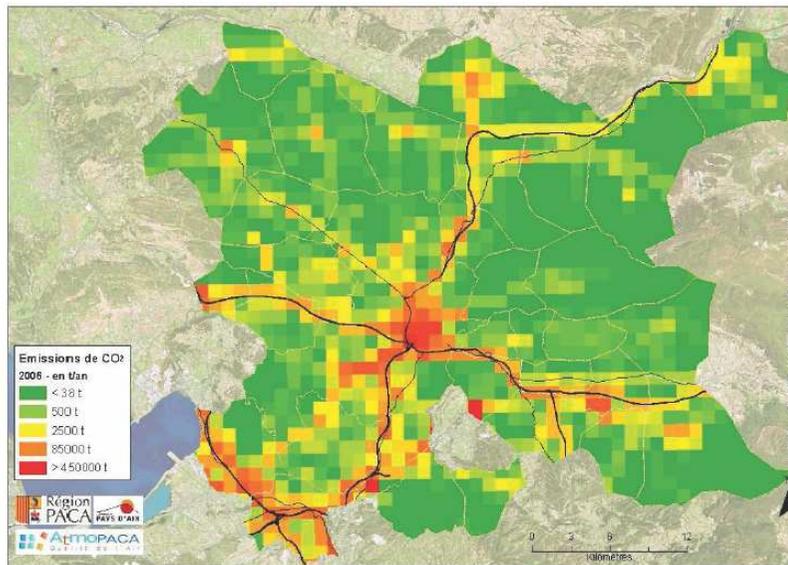
(PM : valeur limite pour le dioxyde d'azote :  $46 \mu\text{g}$  en 2007 et  $40 \mu\text{g}$  en 2010)



## Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) :

### *Emissions de dioxyde de carbone :*

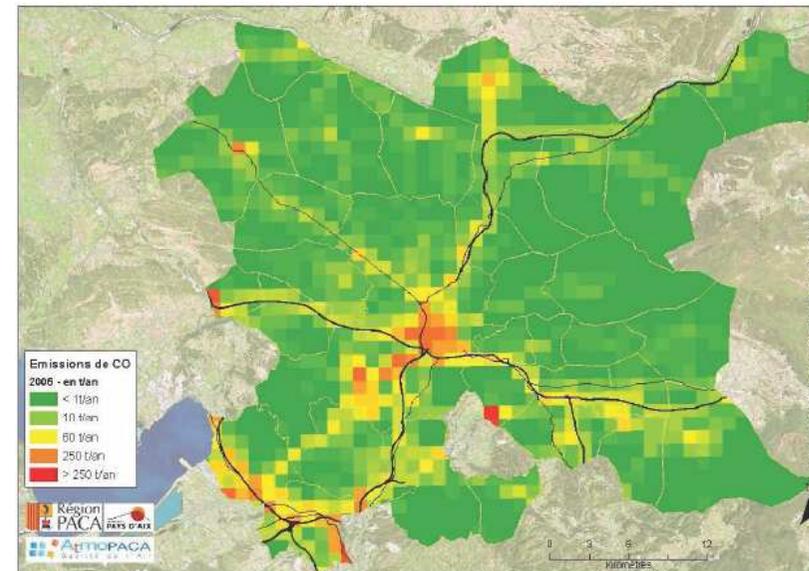
Les quantités les plus importantes sont situées au niveau de la centrale thermique de Meyreuil et le long des axes routiers les plus importants, comme pour l'oxyde d'azote (part des transports routiers : 23%).



## Monoxyde de carbone (CO) :

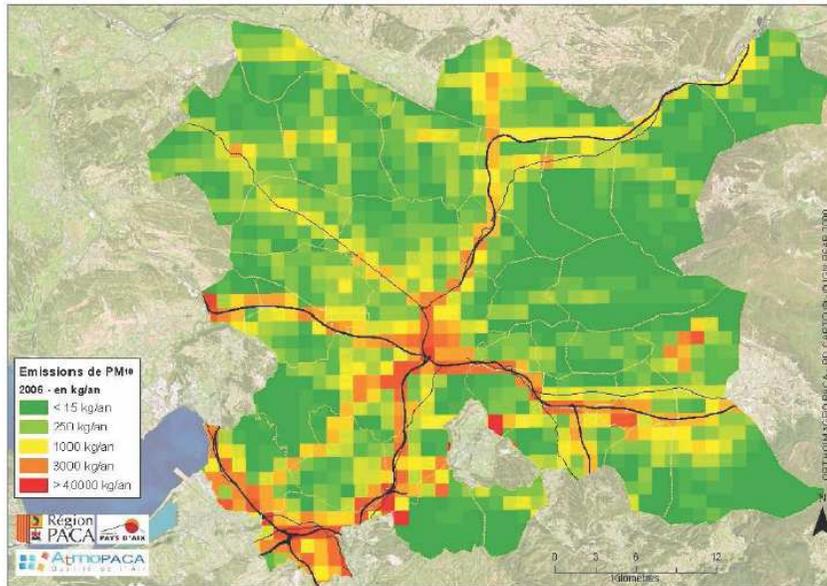
### *Emissions de monoxyde de carbone*

Issu des procédés de combustion, il est essentiellement émis par les transports routiers (plus de 60 %).



## Particules :

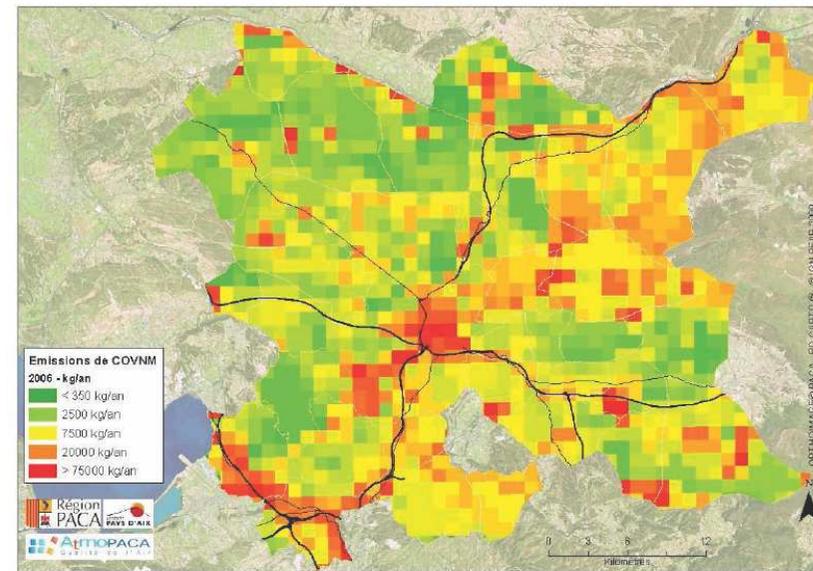
Les particules sont issues majoritairement des transports routiers. Cette proportion augmente lorsque la taille des particules diminue : c'est 65% des PM10 et 73 % des PM2.5



## Composé Organique Volatil Non Méthanique (COVNM)

Si 65% proviennent de source naturelle, les émissions anthropiques peuvent induire des concentrations très élevées de COVNM. 18% proviennent des transports routiers, 7% du résidentiel tertiaire.

La répartition spatiale des COVNM présente un caractère diffus, avec des localisations ponctuelles de source anthropique avec des niveaux élevés.



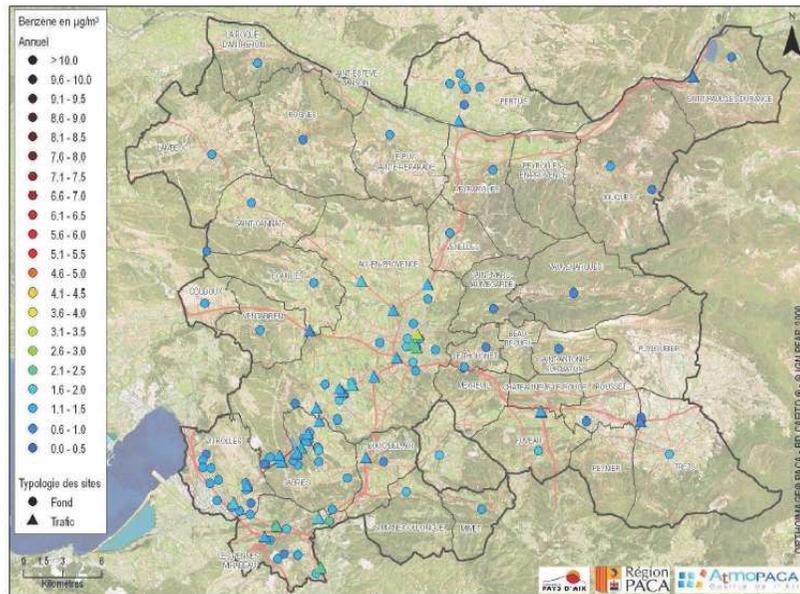
## Benzène :

Concentration annuelle en 2007 :

La valeur limite pour le benzène est de  $8 \mu\text{g} / \text{m}^3$  en 2007 et décroît à l'échéance 2010 à  $5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ .

L'objectif de qualité est de  $2 \mu\text{g} / \text{m}^3$ .

Le site au sud de la zone commerciale de Plan de campagne devant Mac Donald indique une concentration de  $2,2 \mu\text{g} / \text{m}^3$  (embouteillages, roulage lent, trafic important..).

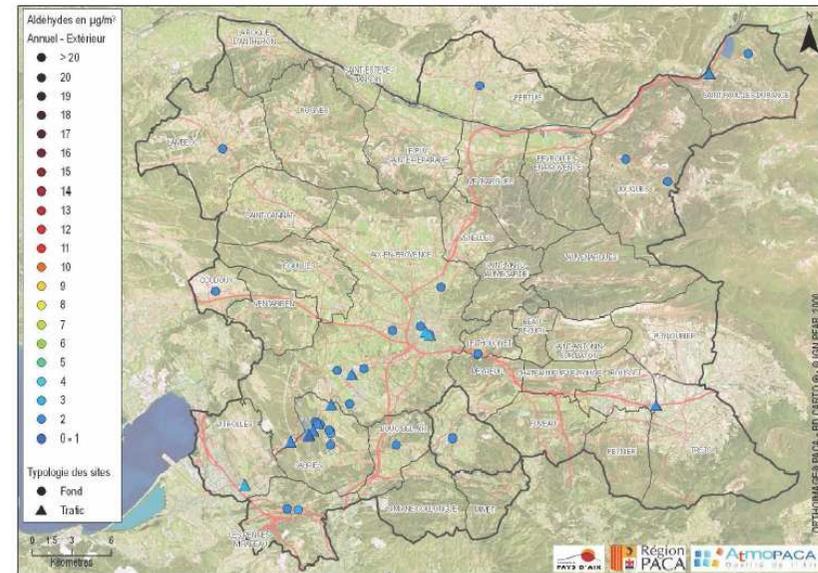


Concentration annuelle en 2007

Conc

## Formaldéhydes :

Les sources sont plutôt présentes en air intérieur. En air extérieur, les concentrations sont suscitées par les échappements de véhicules non équipés de pots catalytiques.



### A RETENIR :

La zone de Plan de campagne, se situant le long d'un axe autoroutier majeur, est principalement affectée par des pollutions importantes engendrées par les transports routiers. Le niveau de ces pollutions dépasse certains seuils réglementaires (NOx).

### 3. Etat des pollutions atmosphériques : Cabriès et les Pennes Mirabeau au sein de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix: analyse sectorielle

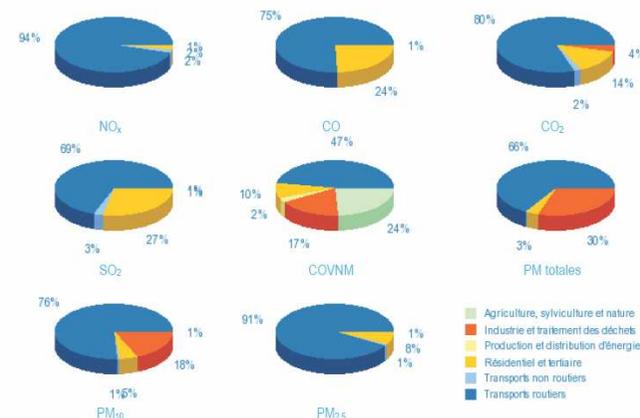
Source : données Atmopaca - Etude Qualité de l'air sur la COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION DU PAYS D'AIX

#### Les Pennes-Mirabeau

La commune des Pennes Mirabeau participe de 4 à 11 % des émissions de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix (mis à part le SO<sub>2</sub> minoritaire). Elle est fortement influencée par les axes autoroutiers (A51, A55, A7). Les transports constituent la principale source d'émissions sur cette commune : 94% de NO<sub>x</sub>, 80% de CO<sub>2</sub>, 75% de CO, 60% des particules.

*Bilan des émissions et analyse sectorielle 2004*

	NO <sub>x</sub> t/an	CO t/an	CO <sub>2</sub> t/an	SO <sub>2</sub> t/an	COVNM t/an	PM <sub>10</sub> t/an	PM <sub>10</sub> t/an	PM <sub>2,5</sub> t/an
Agriculture, sylviculture et nature	10	9	596	0	113	1	1	0
Production et distribution d'énergie	0	0	0	0	10	0	0	0
Industrie et traitement des déchets	2	0	8 905	0	79	53	20	0
Résidentiel et tertiaire	25	429	30 953	13	45	6	6	5
Transports non routiers	25	2	4 014	1	0	1	1	1
Transports routiers	1 057	1 342	176 913	35	216	119	83	63
<b>TOTAL Pennes Mirabeau</b>	<b>1 119</b>	<b>1 783</b>	<b>221 381</b>	<b>50</b>	<b>463</b>	<b>179</b>	<b>109</b>	<b>69</b>
TOTAL CPA	17 677	20 275	6 080 010	12 000	10 867	1 521	1 028	699
% Pennes Mirabeau / CPA	6%	9%	4%	0%	4%	12%	11%	10%

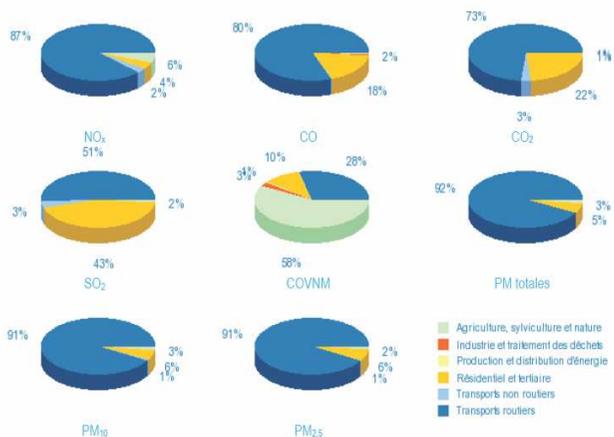


#### Cabriès

La commune de Cabriès représente de 1 à 2 % des émissions de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix. Les transports routiers sont la principale source d'émissions pour la plupart des polluants. Les transports constituent la principale source d'émissions sur cette commune : 87% de Nox, 74% de CO<sub>2</sub>, 80% de CO, 92% des particules.

*Bilan des émissions et analyse sectorielle 2004*

	NO <sub>x</sub> t/an	CO t/an	CO <sub>2</sub> t/an	SO <sub>2</sub> t/an	COVNM t/an	PM <sub>10</sub> t/an	PM <sub>10</sub> t/an	PM <sub>2,5</sub> t/an
Agriculture, sylviculture et nature	13	9	316	0	128	1	1	0
Production et distribution d'énergie	0	0	0	0	2	0	0	0
Industrie et traitement des déchets	0	0	344	0	6	0	0	0
Résidentiel et tertiaire	9	86	11 355	6	23	2	1	1
Transports non routiers	5	1	1 428	0	0	0	0	0
Transports routiers	187	387	37 279	7	62	29	20	15
<b>TOTAL Cabriès</b>	<b>214</b>	<b>484</b>	<b>50 722</b>	<b>14</b>	<b>220</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
TOTAL CPA	17 677	20 275	6 080 010	12 000	10 867	1 521	1 028	699
% Cabriès / CPA	1%	2%	1%	0%	2%	2%	2%	2%



### A RETENIR :

**Sur les communes de Cabriès et des Penne-Mirabeau les transports routiers sont la principale source d'émissions de polluants. (Nox, CO<sub>2</sub>, CO, Particules).**

## 4. Conclusion : un mode de fonctionnement générateur de pollutions et d'inconfort

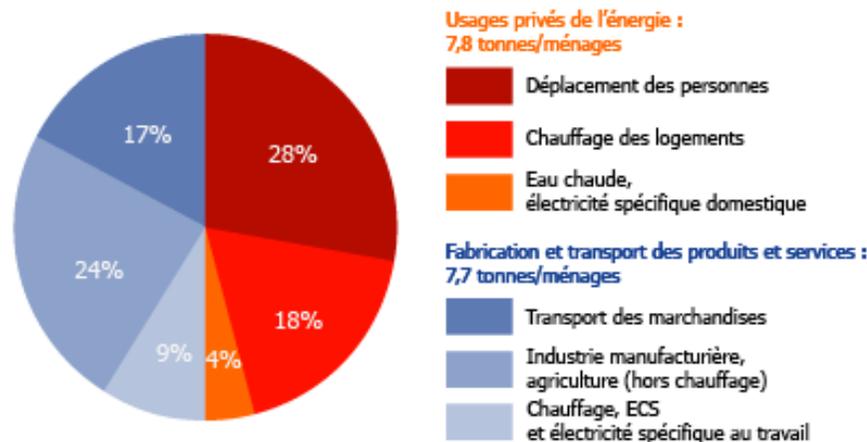
Plan de Campagne est une zone qui subit à la fois les pollutions atmosphériques liées à sa position géographique à proximité de l'A51, mais qui l'entretient aussi par son mode de fonctionnement.

### ■ Vers une évolution des modes de consommation

Le développement d'une telle zone est lié pour son approvisionnement aux transports des marchandises par poids lourds, et pour la distribution à l'usage individuel de la voiture des clients et salariés. C'est donc une zone commerciale qui engendre des déplacements importants, jusque là principalement routiers et polluants.

Pour mémoire, la **moitié de l'émission annuelle d'un ménage** est liée à la **fabrication et au transport des produits et services** qu'il consomme. (Source site ADEME)

15,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par ménages



Nos modes de consommation vont devoir évoluer pour devenir moins « polluants ». La prise de conscience est croissante de la part des clients et des enseignes.

La Fédération du Commerce et de la Distribution a signé un accord en janvier 2008 avec le MEEDDAT en faveur du commerce durable et nombres d'études et d'actions ont été entamées notamment par des groupes comme CASINO ; CARREFOUR... Par exemple, l'enseigne Casino a démarré l'étiquetage carbone de ses produits ; des enseignes comme Castorama travaillent sur l'amélioration de leur chaîne logistique pour réduire leurs nombres de camions de livraisons (problématiques très complexes de la gestion des stocks en flux tendus.)

### Accord entre le Meeddat et la Fédération des Entreprises du Commerce et de la Distribution sur le commerce durable (Extrait) :

1. Orienter les choix des consommateurs vers les produits écologiques
  - 1.1 Informer les consommateurs sur les principaux impacts environnementaux des produits de consommation courante
  - 1.2 Participer aux opérations partenariales visant à favoriser une consommation plus durable
  - 1.3 Encourager le développement des produits bénéficiant d'un éco-label
2. Améliorer significativement l'éco-conception des emballages et la gestion des déchets
3. Augmenter la part des produits issus de l'agriculture biologique
4. Réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre du secteur du commerce et de la distribution
  - 4.1 Généraliser la démarche de bilans carbone magasin pour connaître et maîtriser les émissions de carbone
  - 4.2 Améliorer l'efficacité énergétique des magasins
  - 4.3 Développer les énergies renouvelables et la récupération d'énergie
  - 4.4 Améliorer la performance des systèmes de réfrigération
5. Réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au transport
6. Limiter les impacts visuels sur les paysages et les écosystèmes

Mais si les grandes enseignes ont commencé à évoluer et à prendre en compte les enjeux environnementaux, ce qui est indispensables, il reste néanmoins à élaborer des projets de territoires en cohérence avec ses enjeux.

### ***Vers une requalification des zones d'activités***

Les caractéristiques en termes d'aménagement et de typologie de bâtiments rendent Plan de Campagne vulnérable du point de vue du réchauffement climatique : territoire monofonctionnel lié uniquement à l'usage de la voiture, fortement soumis à l'impact du réchauffement climatique (augmentation des pics d'ozone, mers de bitume emmagasinant la chaleur, bâtiments sans inertie et devant recourir à la climatisation pour assurer le confort d'été de ses clients et de ses salariés..).

Pour mémoire, voici un extrait du Règlement Général pour la protection du travail :

#### ***Titre II - Dispositions générales concernant l'hygiène du travail ainsi que la sécurité et la santé des travailleurs***

##### *Chapitre II: Dispositions relatives à l'hygiène des lieux de travail*

##### *Section I: Ambiance des lieux de travail*

##### *§3. Température*

##### *Article 64. Locaux de travail fermés*

*§ 1. Dans les locaux de travail fermés et occupés de manière permanente, des températures minimales et maximales sont fixées en fonction des efforts exigés par les postes de travail. Ces minima et maxima sont établis comme suit: (La mesure des températures minimales se calcule au moyen d'un thermomètre sec. La mesure des températures maximales se fait au moyen d'un thermomètre globe humide) :*

##### *Minimum maximum*

*- travaux très légers plus ou moins 90 kcal/h : 20 °C à 30 °C*

*- travaux légers plus ou moins 150 kcal/h : 18 °C à 30 °C*

*- travaux semi-lourds plus ou moins 250 kcal/h : 15 °C à 26,7 °C*

*- travaux lourds plus ou moins 350 kcal/h : 12 °C à 25 °C*

Afin de garder son attrait commercial, une zone emblématique comme Plan de Campagne, pourrait envisager une action collective à l'échelle territoriale avec l'ensemble des acteurs de la zone sur :

- *la diminution des pollutions atmosphériques ou comment diminuer les déplacements routiers :*
  - PDE pour les salariés ;
  - accessibilité du site par les transports en commun ;
  - mise en place de navettes et de circuits « doux » ;
  - mise en place de services de livraisons performants mutualisés...).
- *L'intégration des données relatives au réchauffement climatique et au confort d'été :*
  - requalification des espaces extérieurs pour diminuer la température sur les parkings (plus d'espaces verts, de bassins d'eau, des brumisateurs, ombrages apportés par de la végétation, ou des panneaux photovoltaïques « ombrières » sur les parkings, évapotranspiration...);
  - rénovation des bâtiments incluant une maîtrise du confort d'été (minimiser la climatisation, augmenter la capacité de déphasage des bâtiments puisqu'ils sont vides la nuit..).

### III. Paysage et espaces publics

---

---

## 1. Objectifs du diagnostic paysage et espaces publics

---

Concernant cette partie du diagnostic, il s'agit d'étudier les éléments climatiques, topologiques, végétaux et bâtis, pour rechercher une meilleure intégration de ces éléments dans le cadre d'une réflexion sur les usages des espaces publics et extérieurs, comme espaces au service de la vocation commerciale du site.

Pour l'amélioration environnementale de la zone, notre posture d'étude s'est attachée à prendre en compte le potentiel existant du site en vue d'en tirer parti le plus possible, en particulier concernant l'élément végétal et l'eau de pluie.

Des études plus approfondies et plus techniques auraient sans doute été nécessaires pour pouvoir mieux tirer parti des qualités du sol et du sous-sol, et des matériaux de toute nature qui pourraient être récupérés et transformés sur place par du recyclage.

En terme de méthodologie, notre démarche à consister à allier enquêtes et relevés de terrain et recherche de données existantes au sein des bases de données des observatoires et des institutions publiques.

Nous avons essayé de calculer certaines valeurs et volumes concernant le site, ces calculs réalisés d'après des approximations sur les valeurs et ratios de base ainsi que sur les relevés de terrain et sur photos aériennes, présentent vraisemblablement une certaine marge d'erreur. Cependant, le rapprochement de plusieurs d'entre elles montre que les ordres de grandeurs sont cohérents, ce qui tend à leur accorder une certaine validité.

Concernant l'eau de pluie et le végétal, une évolution durable de développement de la zone ne peut être envisagée que si l'eau n'est pas apportée de « l'extérieur » comme une ressource exogène mais trouvée sur place. La gestion de l'eau de pluie, inexistante aujourd'hui, est donc cruciale sur la zone commerciale. Comment la récupérer ? Comment la

dépolluer ? Comment en tirer profit pour développer la végétalisation de la zone ?

De manière générale, on peut faire la remarque suivante. Le climat méditerranéen est un climat chaud caractérisé par des précipitations rares, mais dont l'intensité peut être très élevée. Ce climat a eu pour effet de minimiser les aménagements d'infrastructures pour l'eau pluviale en particulier dans les pays riches où l'eau n'est pas considérée comme une ressource rare à récupérer et exploiter précieusement. L'eau pluviale, sa récupération et son traitement, ne sont pas des problèmes pris en compte.

Tel est le cas dans le site de Plan de Campagne avec son réseau unitaire, et tout ces dysfonctionnements...Pourtant ce problème doit être pris en compte d'autant plus que les averses rares sont parfois violentes et que le manque d'aménagements rend rapidement chaque intempérie particulièrement paralysante pour la vie publique, voire dangereuse pour une population qui n'est pas accoutumée à ce genre d'intempéries.

Ce problème de vie publique est accentué par un problème de pollution des eaux de ruissellement à cause des spécificités de la zone commerciale ; avec des impacts au-delà de cette zone :

- Place prépondérante de la voiture émettant des polluants.
- Grandes surfaces homogènes et relativement planes.
- Faible gamme de matériaux.
- Réseau Unitaire
- Un seul exutoire sans retraitement de l'eau pluviale.

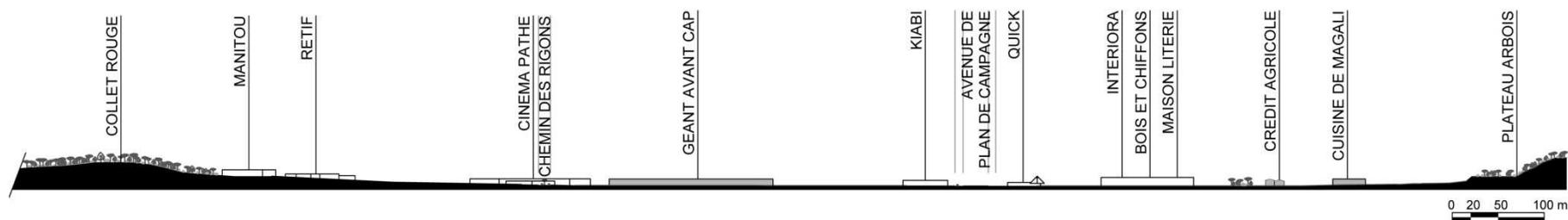
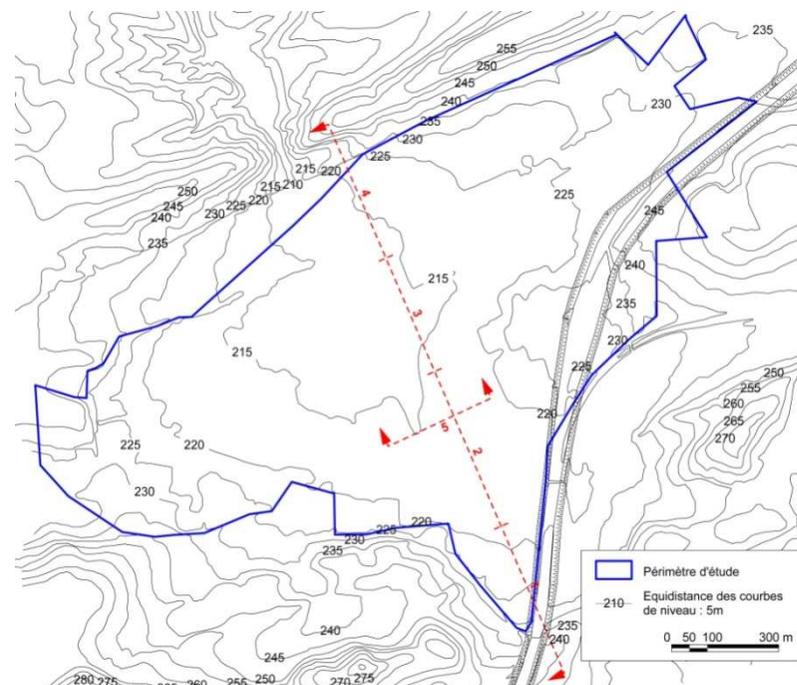
Notre objectif a donc été de tenter, en répondant à ce problème de gestion des eaux de pluie, d'en tirer parti pour la végétalisation de la zone et au-delà pour l'amélioration du confort environnemental des usagers, pour la baisse de la facture énergétique et du bilan carbone.



Le contexte orographique est essentiellement constitué au nord par le relief boisé qui délimite le plateau de l'Arbois et au sud par l'interface qui relie les chaînes de l'Estaque (vers l'ouest) et de l'Etoile (au sud-est). Le site lui-même se caractérise par une vaste plaine (d'où l'origine de son nom), formant une cuvette ceinturée au nord par le relief continu du bord du plateau interrompu par le vallon de Baragne et des mamelons au sud et à l'est. Les remblais de l'autoroute et de la voie SNCF constituent un relief artificiel qui s'inscrit dans le site en renforçant l'effet de cuvette.



Coupe transversale - 5



Coupe longitudinale globale

## **Forme et occupation du site de Plan de Campagne avant la zone commerciale :**

---

Ce rappel historique n'a pas pour fonction d'exposer ce qui fut dans le « bon vieux temps », mais d'expliquer ce qui a été en terme d'environnement, et qui pour une part est encore présent. L'histoire est aussi actuelle, et elle laisse deviner ce qui peut arriver demain.

Aujourd'hui, le site est entièrement recouvert de grandes surfaces et de parkings qui datent des quarante dernières décennies, et qui sont venus recouvrir 150 hectares en imposant deux matériaux : l'enrobé et la tôle. Ce tissu rend presque imperceptible la relation à la terre qui existait de façon plus directe autrefois. Cependant le site laisse deviner une morphologie générale qui lui est propre depuis son "origine".

Quelles sont les lignes de force qui forment le site? Quelle est la forme du site qui est léguée et pérenne?

Le passé de la zone nous est décrit par de rares textes :

*« À la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le hameau de Plan de Campagne trouva sa place au milieu d'une cuvette naturelle formée par une terre argileuse et des collines boisées. Au milieu, coulait le ruisseau de Baume-Baragne. Les marécages qui s'y étaient développés ont été asséchés et à la place on cultivait des céréales ; au sud, du côté du chemin de Martigues à Gardanne, les terres étaient humides et une riche faune s'y développait (...).*

*Le nord de l'axe Martigues-Gardanne semblait plus propice au développement de l'agriculture. C'est d'ailleurs là qu'émergèrent les grandes bastides (...). Toutes se situaient le long du chemin vicinal 15. Ces sont les terres de ces grandes propriétés qui donnaient les meilleures céréales. À Plan de Campagne, on cultivait aussi l'ail, les melons, les*

*lentilles et même les pois chiches qui étaient livrés à Marseille par les paysans locaux.»<sup>1</sup>*

Le site de Plan de Campagne était donc un site incurvé où l'eau a toujours été présente. Les conditions étaient propice à la végétation et ont permis diverses cultures. On y trouvait aussi des cyprès, des cerisiers et amandiers.

Un texte du poète et écrivain provençal, né en 1857 et mort en 1926, Elzéar Rougier, nous le confirme :

*« Le Plan de Campagne est une espace d'oasis sise entre la commune des Pennes et celle de Cabriès. Le paysage, d'une physionomie normale, affecte la forme d'une cuvette dont la concavité serait à peine apparente. Par le fait, nous sommes en présence d'un ancien lac ou marécage qui balançait encore ses réseaux, il n'y a pas encore cent ans, dans des flaques mystérieuses et verdâtres... ».*

Demain, le site de Plan de Campagne risque certains changements négatifs si rien de la situation actuelle ne change. On peut avancer l'hypothèse suivante sur le futur de la zone : jusqu'à présent, les changements du paysage de Plan de Campagne, bien que spectaculaires et brutaux car survenus "d'un coup", furent des changements de surface, des changements épidermiques avec la substitution d'un paysage végétal, par un paysage minéralisé avec des enseignes à l'américaine. Cependant, cette nouvelle texture de surface risque dans le long terme de changer plus en profondeur la structure même du paysage. La pauvreté des matériaux utilisés (bitume et tôle), la présence d'infrastructures (autoroute, routes, voie de chemin de fer...), l'absence de surfaces perméables, sont autant de facteurs qui conditionnent un nouvel écoulement de l'eau de pluie, écoulement non naturel et pour l'instant non maîtrisé. Ces facteurs

---

<sup>1</sup> Texte issu d'un document communal « La Journée nationale du Patrimoine 20- 21 septembre 2008 Plan de Campagne »

génèrent également une nouvelle qualité de l'eau, polluée par des hydrocarbures, qui a une incidence sur la faune, la flore ainsi que sur le bien-être des usagers même de la zone. L'eau étant la grande sculptrice du paysage, elle peut être dans le futur un élément destructeur (inondations, concentration de pollution, etc.) si elle n'est pas prise en compte dans un aménagement d'ensemble.

**A RETENIR : Une forme de cuvette avec des pentes douces et homogènes qui sont favorables au recueil d'eau de ruissellement. La présence de cette eau fut propice à l'épanouissement de végétaux particuliers.**

**Aujourd'hui, la forme générale du site est toujours perceptible mais les nouveaux revêtements de surface ont fait disparaître l'élément végétal d'origine.**



*La périphérie de Marseille au début du XX<sup>ème</sup> siècle*



*Sylviculture sur la plaine de l'Arbois au début du XX<sup>ème</sup> siècle*

## Géologie du secteur de Plan de Campagne

### Structure géologique : Conséquences sur la circulation des eaux

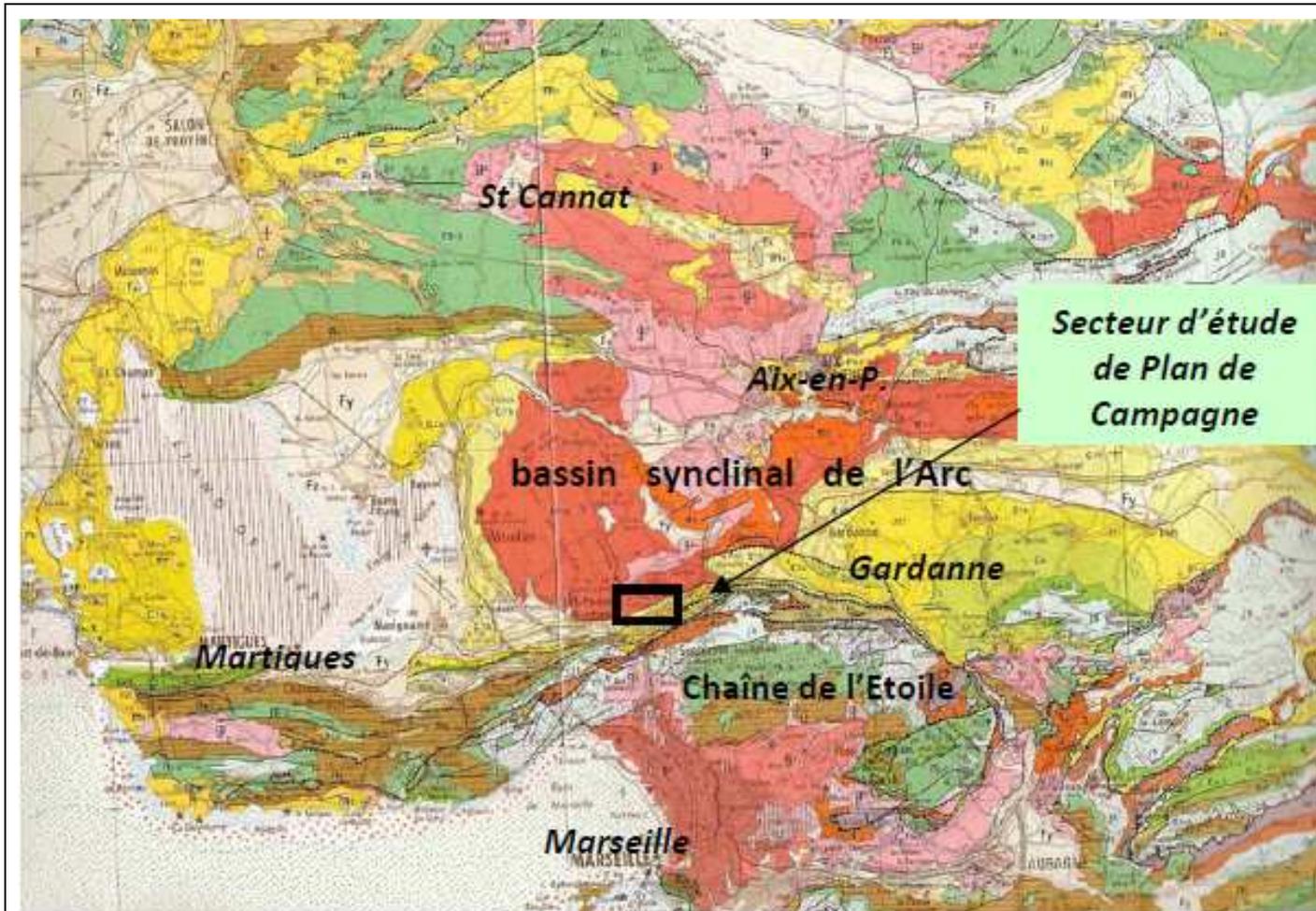


Figure 1 – Situation géologique du secteur de plan de Campagne sur le rebord Sud du grand bassin synclinal de l'Arc (extrait de la carte géologique à 1/250 000 de Marseille, BRGM, Service Géologique National)

Du point de vue géologique, le secteur de Plan de Campagne se situe sur le rebord méridional du grand bassin synclinal de l'Arc (fig. 1 : le synclinal de l'Arc s'étend sur 70 km d'ouest en est (de Fos à Pourcieux) et sur 15 à 25 km du nord au sud (de Rognes à l'Etoile)), ce qui signifie que les couches de terrains ont un pendage vers le nord.

Ainsi, l'eau de pluie a tendance à s'infiltrer, puis migrer en profondeur vers le nord (c'est-à-dire vers le centre du bassin synclinal).

La limite sud du bassin (et en même temps du secteur d'étude), s'appuie sur les grandes failles de chevauchement du massif de l'Etoile (dont la faille dite « du Safré ») qui représentent, pour nous, des zones où le sous-sol est intensément broyé (sur plusieurs dizaines jusqu'à une centaine de mètres d'épaisseur), dont le pendage est de 20° à 4 0°, drainant ainsi les eaux de ruissellement et d'infiltration vers le sud, cette fois (fig. 2)

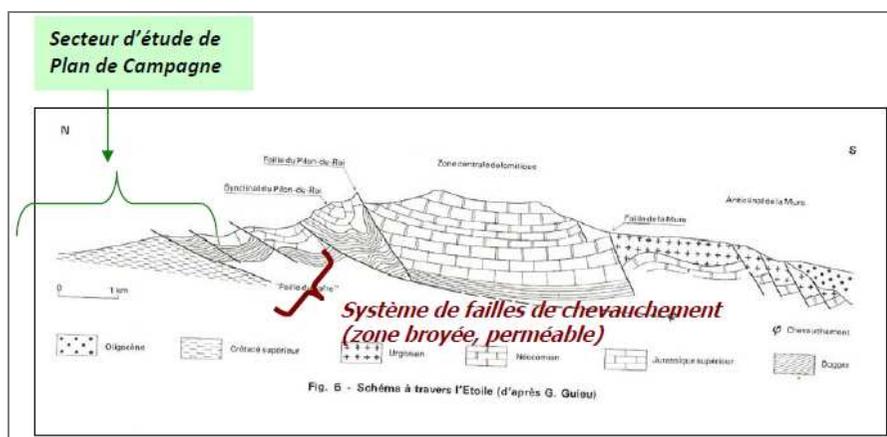


Figure 2 – Coupe géologique du rebord méridional du secteur de plan de Campagne, montrant le drainage des eaux vers le Sud par les grands systèmes de failles de chevauchement de la chaîne de l'Etoile (d'après G.Gieu ; extrait de la notice de la carte géologique à 1/250 000 de Marseille, BRGM, Service Géologique National)

### **Nature des terrains de surface, hydrodynamique et aptitudes à la plantation :**

Au niveau superficiel, la partie sud de la zone d'étude est recouverte **d'alluvions et de colluvions**, généralement épais de plusieurs mètres, donc de terrains très perméables constituant des sols très pauvres (et souvent secs) **où l'eau s'infiltré très rapidement**. Les plantations devront tenir compte de ces caractéristiques hydrodynamiques dominantes de ce type de sol (ou de l'absence de sol).

Le sous-sol des parties centrale et septentrionale de la zone est constitué de terrains variés d'âge Crétacé supérieur (« Maestrichien »), changeant très rapidement de faciès, avec (du Sud vers le Nord) des poudingues et marnes, des calcaires, des argiles rouges, sables et grès, puis de nouveau des calcaires, ce qui signifie que les sols sont souvent pauvres (poudingues, sables), parfois à dominante calcaire (fig. 3).

Le choix de végétation à y implanter devra donc en tenir compte, les sols provenant de la dégradation du sous-sol avec les conditions de climat, de drainage, ... : ainsi, les éléments chimiques et physiques du sol proviennent du sous-sol.

Enfin et surtout, il conviendra de garder à l'esprit que les intenses terrassements effectués pour l'implantation de la zone commerciale de Plan de Campagne (bâtiments, infrastructures, réseaux) ont :

- très largement détruits les sols existant initialement ;
- mis à jour les terrains du sous-sol ;
- apporté des remblais venus d'ailleurs, si bien que la nature originelle des sols et sous-sol a été profondément sinon complètement modifiée (sinon transformée).

Les caractéristiques hydrodynamiques (perméabilité, porosité, ...) des espaces de plantations sont donc, a priori, aléatoires et extrêmement variables. Ceci nécessite alors d'examiner, au cas par cas, les divers secteurs de plantations :

- sol original, existant ou non ;
- sol original dégradé ;
- support de plantation constitué du sous-sol mis au jour ;
- support de plantation constitué de matériau hérité ou importé (déblais, remblais).



Frange nord du périmètre : Sous sols calcaire

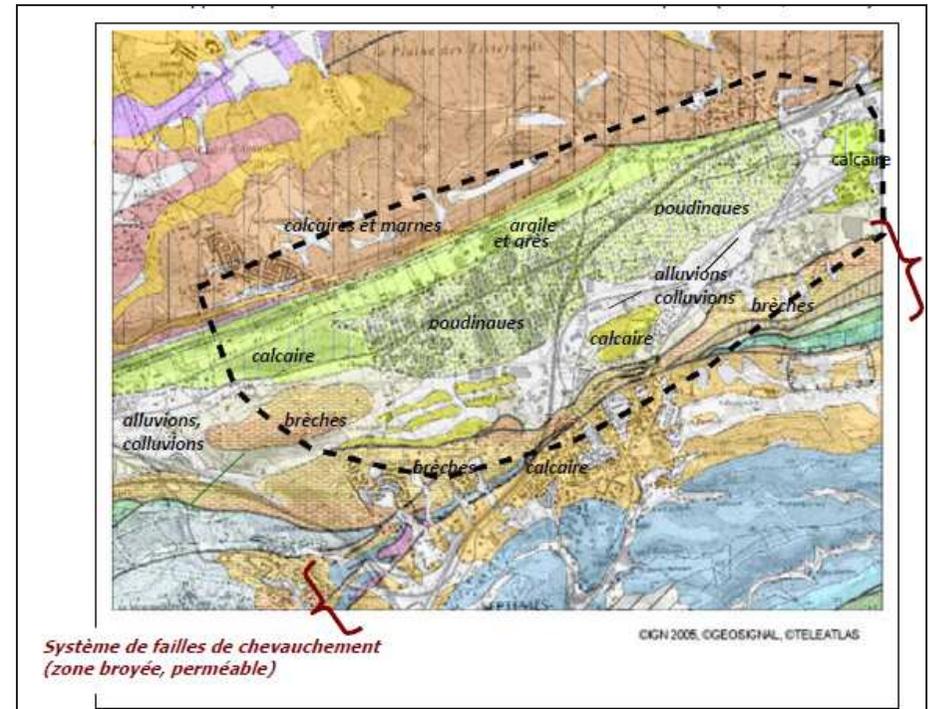


Figure 3 – Carte géologique du secteur d'étude de plan de Campagne (extrait de la notice de la carte géologique à 1/50 000 d'Aix-en-Provence, BRGM, Service Géologique National)

Le « test du boudin » réalisé en trois points très distants les uns des autres sur notre périmètre indique en tendance que les sols rencontrés en ces points sont de nature plutôt **argilo-limoneuse**.



*Sols frange sud du périmètre*



*Frange nord du périmètre : sols argilo-limoneux*

**A RETENIR :**

**Des sous-sols divers : alluvions colluvions, argiles, grès et poudingues, plutôt pauvres et dans lesquels les eaux de pluie s'infiltrent très rapidement.**

**Des sols à tendance argilo-limoneuse.**

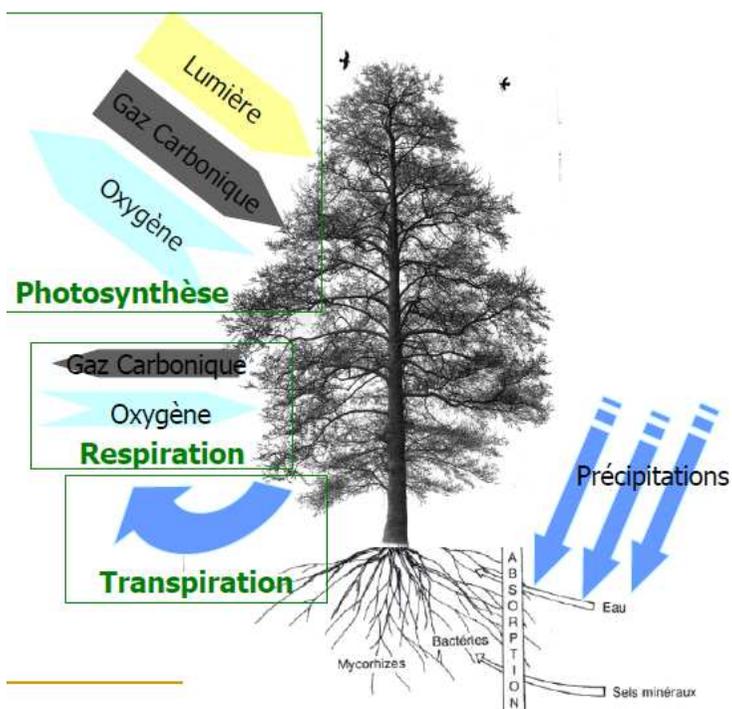
**Des eaux qui migrent vers le nord**

*Sols de la frange sud du périmètre Friche au sud du périmètre : la végétation remonte à la surface, traversant le revêtement.*



## Le rôle des arbres et des espaces verts dans le climat urbain

On distingue plusieurs catégories d'effets des végétaux sur le climat urbain : par les échanges gazeux et les effets en termes hydrologiques, ils abaissent les températures et suscitent des effets de ventilation naturelle.



*Echanges arbre-atmosphère et circuit des précipitations*

*Source Suzel Balez, ENSAG M1CV, 2008*

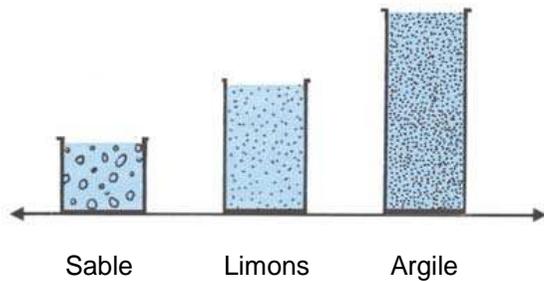
Ce processus est plus marqué sur les températures maximales que sur les minimales, d'où son rôle modérateur de l'effet d'îlot de chaleur urbain ; c'est un phénomène diurne principalement.

Evapotranspiration : On appelle évapotranspiration, le processus par lequel les plantes rejettent dans l'atmosphère une partie de l'eau de pluie, après que celle-ci se soit infiltrée dans le sol puis ait été absorbée par les racines.

On distingue l'**évapotranspiration potentielle (ETP)**, qui est le pouvoir évaporant de l'atmosphère sur un sol avec couvert végétal disposant de l'eau en abondance, de l'**évapotranspiration réelle (ETR)**, qui correspond à la perte en eau d'un sol quand l'eau vient à manquer : l'ETR est fonction de l'ETP et de la quantité d'eau présente dans le sol.

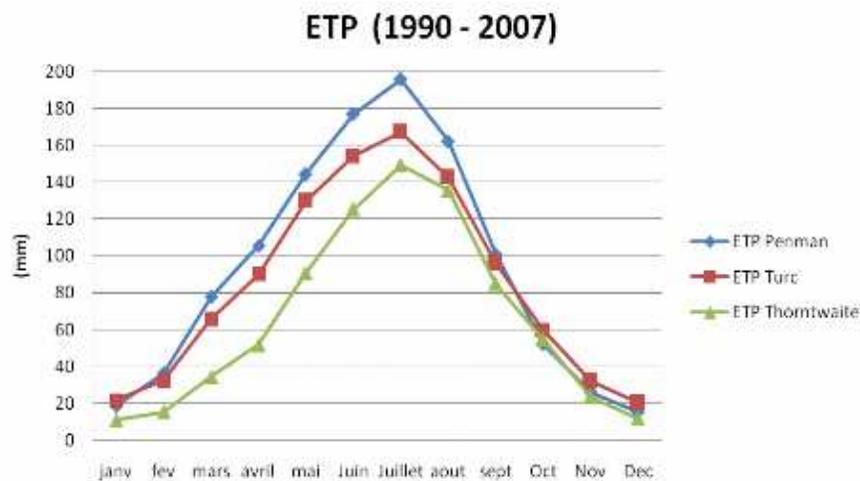
Le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP), recherché par les spécialistes des domaines tels que l'agriculture et l'hydrologie nécessite le croisement d'un très grand nombre de critères, tels que :

- Température de l'air
- Pression atmosphérique
- Vitesse et turbulence du vent
- Rayonnement
- Durée d'ensoleillement et degré d'insolation
- Albédo
- Humidité relative
- Pluviométrie
- Pédologie : nature édaphique du sol, granulométrie...
- Nature de la végétation : feuillage, profondeur du système racinaire



Représentation schématique des réserves en eau d'un sol en fonction de sa granulométrie qui influe sur sa capacité à retenir l'eau de pluie

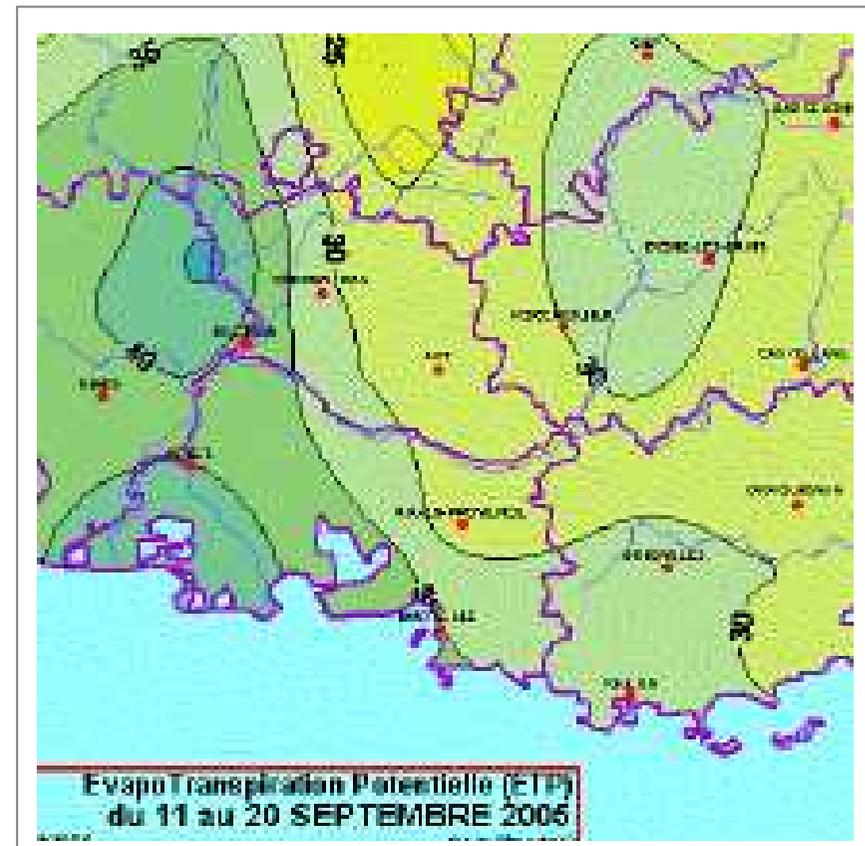
Le calcul de l'évapotranspiration potentielle est l'objet de nombreuses controverses entre les chercheurs sur les méthodes et les formules :



Evapotranspiration calculée selon 3 formules différentes (par Thornthwaite, Turc et Penman) pour la confluence Rhône-Durance

« Les formules d'ETP prêtent à confusion (pas de temps, unités dans le système anglo-saxons, etc. » L. Oudin.

Ce qui rend improbable dans le cadre de cette étude la possibilité de réaliser ce calcul. Nous nous baserons sur celui réalisé par Météo France, région par région..



Source : Météo France, extrait de l'ETP calculé pour la Région PACA

### Calcul de l'ETP par Météo France entre le 11 et le 20 septembre 2005 :

- Aix : 27mm, soit 2,7 mm/jour
- Marnagnane 37 mm, soit 3,7 mm/jour

Nous nous appuyons sur quelques données relevées empiriquement sur les quantités d'eau évapo-transpirées par les arbres, extraites de diverses études que nous avons réussi à rassembler. Après avoir mis en cohérence les unités utilisées par ces études, il apparaît que :

**En France, en moyenne**, l'évapotranspiration des arbres en forêt varie entre 400 et 700 mm par an, (400 à 700 litres par m<sup>2</sup>) **soit entre 11 et 19 m<sup>3</sup> par hectare et par jour**.

(C. Grimaldi, J. Baudry et C. Gascuel 2009)

Cependant, ces ratios varient en fonction du type de forêt, dont les essences présentent une densité qui peut considérablement varier et qui par nature phytologique évapotranspirent plus ou moins :

**Un chêne vert dans un taillis** dans l'Hérault rejette **12 à 15 litres/jour en été** (J. Teixeira Filho, DEA Mesure et simulation hydrique d'un écosystème à chêne vert, ORSTOM, CNRS, USTL, 1992), soit **8 à 15 m<sup>3</sup> par hectare par jour** (pour une « forêt » de type taillis qui comprend 500 à 1000 chênes verts par hectare).

**Un hectare de hêtres** rejette environ **25 m<sup>3</sup> d'eau par jour** pendant la saison de végétation. (L. Oudin « Recherche d'un modèle d'évapotranspiration potentielle pertinent comme entrée d'un modèle pluie-débit global » 2004).

La forêt résineuse de montagne (Jura) rejette 10 à 50 m<sup>3</sup> d'eau par hectare et par jour.

Un hectare de forêt en Lorraine rejette **50 m<sup>3</sup> d'eau par hectare et par jour**.

Un **gazon** entretenu (tondu et arrosé) rejette : 3 à 8 litres d'eau/m<sup>2</sup>/ jour, soit **30 à 80 m<sup>3</sup> par hectare par jour**.

La proportion de l'eau de pluie reçue et évapotranspirée par les arbres varie aussi en fonction de la saison : **de 40 à 50 % en hiver, 70 à 100 % en été**.

BILAN HYDRIQUE en France		en % des précipitations
Précipitations	500-1200 mm	100%
Evapotranspiration réelle	450-650 mm	90%-54%
Écoulement (ruissellement + drainage)	<50-650 mm	10%-100%
<i>d'après Choinel et Noislan, 1995 in Jacques Beauchamp; université de Picardie</i>		

Si l'on cherche à appliquer ces valeurs à la végétation à Plan de Campagne pour calculer l'évapotranspiration annuelle de notre périmètre, on peut considérer que les espèces présentes évapotranspirent peu ; les arbres repérés étant soit des chênes verts, soit des résineux, soit encore des caducifoliés de type méditerranéens, micocouliers etc... Il semble donc pertinent de prendre une valeur moyenne basse : **15 m<sup>3</sup> par jour et par hectare**, (sur la base de 200 arbres par hectare, l'équivalent de 4,5 hectares de forêt.) soit **67,5 m<sup>3</sup> par jour** pour les **900 arbres comptabilisés sur le secteur de Plan de Campagne**, soit **24 650 m<sup>3</sup> d'eau par an**.

A ces volumes, il faut ajouter ceux qui sont évapotranspirés par les surfaces végétalisées : enherbées, les gazons, les plantes tapissantes et les haies... Nous considérerons que ces surfaces occupent 70% des surfaces perméables (selon nos observations de la photo aérienne), soit 26,8 hectares et évapo-transpirent peu, soit 15 m<sup>3</sup> par hectare et par jour (2 fois moins que du gazon...), soit 281 m<sup>3</sup> par jour, **102 700 m<sup>3</sup> par an**.

Soit un total estimé à **127 400 m<sup>3</sup> annuels** pour les arbres et les surfaces végétalisées du périmètre.

**A RETENIR : 127 400 m<sup>3</sup> annuels d'eau sont évapotranspirés sur notre périmètre.**

### **Albédo :**

L'albédo est une grandeur sans dimension qui met en rapport l'énergie solaire réfléchi à l'énergie solaire incidente, qui est plus faible pour la forêt ( 0,05 à 0,25) que le gazon ( 0,1 à 0,3) et les sols nus ( 0,15 à 0,4)., la neige fraîche : 0,9. L'albédo de 1 correspond à la surface d'un miroir.

Pour l'albédo de certains végétaux, nous avons trouvé les valeurs suivantes : Forêts de conifères : 0,25, de chênes verts : 0,12.

Les surfaces boisées en conifères ont en particulier un albédo relativement faible, elles ont donc plus d'énergie solaire à compenser au moyen de l'évapotranspiration.

### **Mesures de l'abaissement de la température par les végétaux :**

Des observations réalisées au Canada comparant différents types d'espace urbain selon leur proportion de végétaux ont montré que :

Végétation ou secteur :	comparé à :	Températures de l'air
Bosquets d'arbres	Terrain découvert	Inférieures de 5 °C
Terrain de sport gazonné	Parc de stationnement	Inférieures de 1 à 2 °C
Quartier planté d'arbres	Quartier neuf, sans arbres	Inférieures de 2 à 3 °C
Champs agricoles irrigués	Sol nu	Inférieures de 3 °C

Selon une étude menée sur la ville de Barcelone, l'écart entre la température de l'air et celle de la surface d'une pelouse ensoleillée peut atteindre 14 °C, alors qu'il serait de plus de 25 °C pour les surfaces minérales (sols et murs ensoleillés). Des écarts de température entre des rues avec et sans arbres sont également mis en évidence. (Marjorie Musy CERMA, 2007)

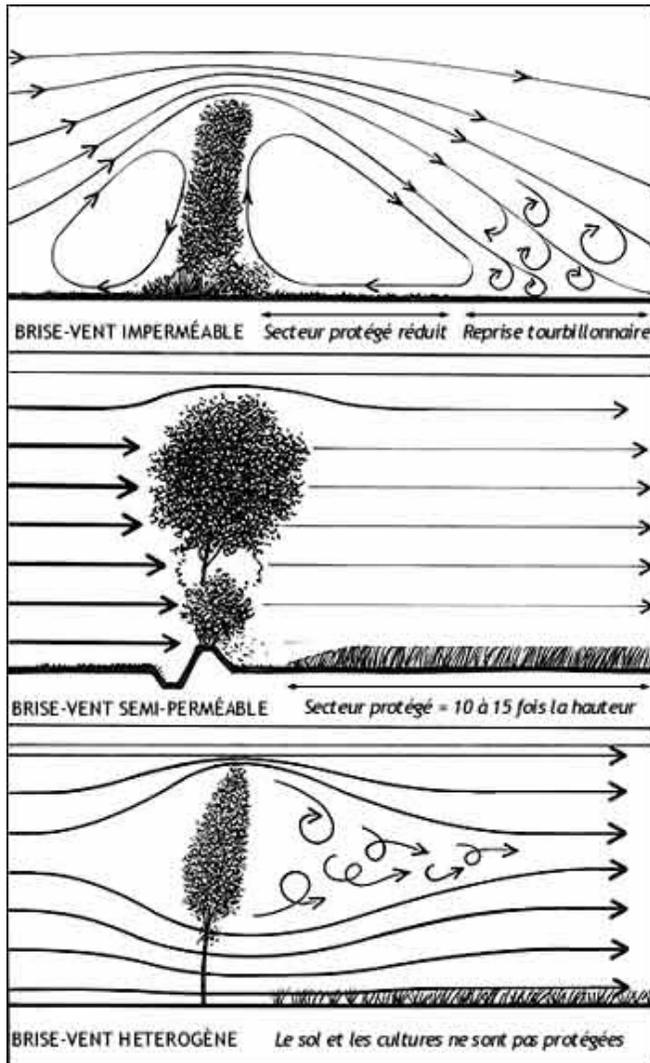
Règle communément admise : 10% d'augmentation de la végétation abaisse la température de 1°C dans un rayon de 100 mètres.

Par la protection contre le vent, les arbres réduisent la vitesse de déplacement de l'air sur l'enveloppe du bâtiment, ce qui réduit les échanges de chaleur au niveau des surfaces extérieures. Ce phénomène, qui est positif en hiver (moindre refroidissement des surfaces ensoleillées) mais négatif en été, n'est significatif que pour les bâtiments non isolés thermiquement.

La protection contre le vent entraîne aussi une réduction des infiltrations d'air dans les bâtiments.

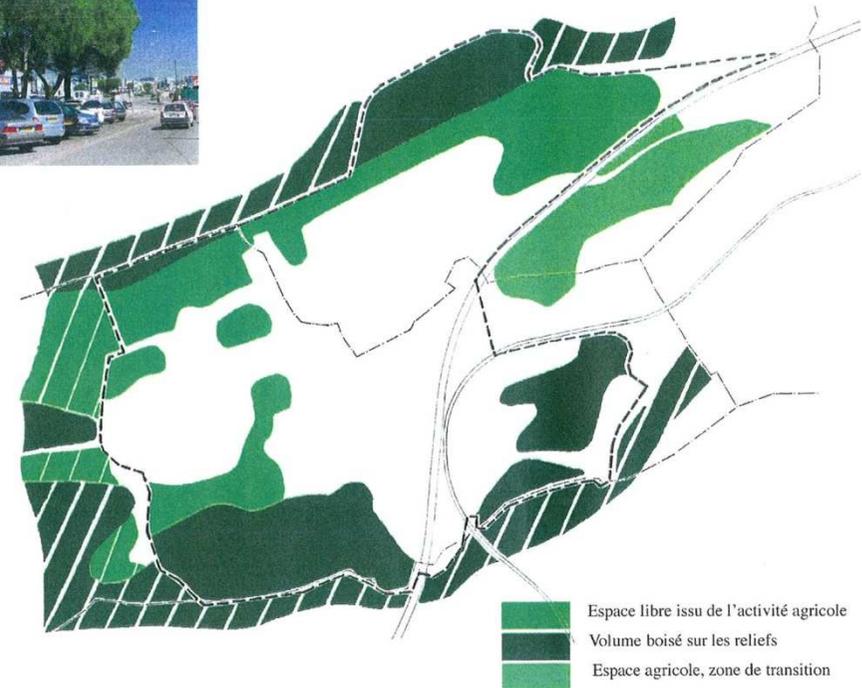
De nombreuses études ont démontré que l'augmentation de la densité des arbres dans les rues pouvait induire une réduction des charges de chauffage et de climatisation allant de 12 à 80 %.

## Relation entre vents et végétaux



## Le végétal dans l'environnement rapproché du périmètre de Plan de Campagne

L'encerclant presque totalement, on trouve à la jointure de la zone commerciale, deux sortes de secteurs occupés par du végétal : ceux constitués par des champs agricoles en pente douce et ceux occupés par des forêts, situés sur les pentes plus raides des coteaux et principalement plantées de pins d'Alep ; ce qui leur donne un aspect très homogène.



Source : Schéma Directeur Plan de Campagne 2005



Source : Schéma Directeur Plan de Campagne 2005

La position de la zone commerciale au fond de la cuvette constituant son site d'implantation et ses bords hauts plantés ou cultivés, referment l'espace commercial et l'isole de l'environnement urbain métropolitain, créant un paysage où se mêlent enseignes criardes et végétation toujours verte. Au-delà de la côte d'altitude 225m ; le piéton et l'automobiliste jouissent de vues nombreuses sur le grand paysage, les chaînes de l'Etoile et la Sainte Victoire..



**A RETENIR : Reliefs et forêts sur les franges du site fournissent des vues sur le grand paysage et une perception visuelle mêlant signes commerciaux, végétation et reliefs naturels.**



*Localisation des arbres de haute tige sur le périmètre*

*Source : carte réalisée à partir d'enquêtes de terrain et photo aérienne IGN*

### **Végétation actuelle du périmètre :**

**Des espaces verts de nature et d'entretien très divers, des espèces plutôt locales :** Un grand contraste entre l'environnement proche du site - occupé par une forêt à assez homogène de pins d'Alep et l'intérieur du site, présentant une grande diversité d'espèces :

**Arbres de haute tige : environ 900 arbres sur notre périmètre. (Arbustes de haies non comptabilisés).**

### **Repérage non exhaustif des espèces sur le site :**

- Leroy Merlin : pins parasols et chênes verts sur parking, 1 arbre/4places, soit 5m entre chaque tronc d'arbre : ce qui semble une distance insuffisante pour une taille adulte, étant donné les espèces plantées : pin parasol, chêne vert.
- « Baleine » ancien Aqualand désaffecté avec parking : muriers-platanes, lauriers rose, « plumier » roseaux,
- Truffeau : parking qui présente la plus forte diversité d'espèces d'arbres, mais pas d'aménagement spécifique hormis cette diversité arborée et des plates-bandes très travaillées aux abords du bâtiment : chênes blancs, tamaris, cyprès, lauriers roses, mais eux aussi plantés tous les 5 mètres, un certain nombre d'arbres en mauvaise état ou morts
- Maxi2000 et Aubert : Muriers-platanes
- American Car Wash : cyprès, palmiers et gazon
- Maison murée : 1 grand marronnier
- Village expo : grande diversité d'arbres et haies...
- Gémo et Saint Maclou : peupliers et micocouliers
- Parking avant Cap : micocouliers sur 4 à 5 rangs, un certain nombre d'arbres morts.
- Vieux village de plan de campagne : platanes alignés
- Géant Casino : peupliers ; palmiers ; acacias

Quelles causes pour la mort prématurée de certains arbres : manque d'eau, plantations trop rapprochées, pollution ambiante ?



Arbres  
disparus



palmiers



*Chênes blancs Truffaut*



Gazon  
Cypres



Pins  
Leroy  
Merlin



*Forêt pins d'Alep en  
frange sud*



Chêne  
vert



Muriers  
platane



*Peupliers*



*Muriers platanes*



*Micocouliers*



Plates-bandes, haies et bas-côtés de voiries : qualités des aménagements et de l'entretien très divers, de sauvage et spontané, peu entretenu à très composé et entretenu : pas de plan d'ensemble, **ni cohérence ni d'organisation collective de l'entretien** et de l'arrosage :



## Corridors biologiques

---

L'expression « **corridor biologique** » (ou Biocorridor) désigne un ou des milieux reliant fonctionnellement entre eux différents habitats vitaux pour une espèce ou un groupe d'espèce (habitats, sites de reproduction, de nourrissage, de repos, de migration, etc.).

**Corridor** : De manière générale, dans le champ de l'*Écologie du paysage*, le mot *corridor* désigne toute liaison fonctionnelle entre des écosystèmes ou entre différents habitats d'une espèce (ou d'un groupe d'espèces interdépendantes), permettant sa dispersion et sa migration.

Les corridors assurent ou restaurent les flux d'espèces et de gènes qui sont vitaux pour la survie des espèces et leur évolution adaptative. Ils sont donc vitaux pour le maintien de la biodiversité animale et végétale et pour la survie à long terme de la plupart des espèces.

On tend à distinguer :

- Le **corridor biologique**, désignant tout corridor spécifique à une espèce donnée, y compris du point de vue des échanges génétiques,
- Le **corridor écologique**, structure spatiale plus large n'engageant pas nécessairement de notion génétique. Un corridor écologique peut rassembler divers sous-corridors biologiques (on parle alors de zone de connexion biologique).
- Le **réseau écologique** ; l'ensemble fonctionnel des corridors, aux échelles paysagères et supra-paysagères.

Remarques :

- Le corridor biologique est souvent un milieu vivant autant constitué par les espèces qui le composent que par ses caractéristiques géomorphologiques : il n'est figé ni dans le temps ni dans l'espace. Seule la fonction de connexion est durable.

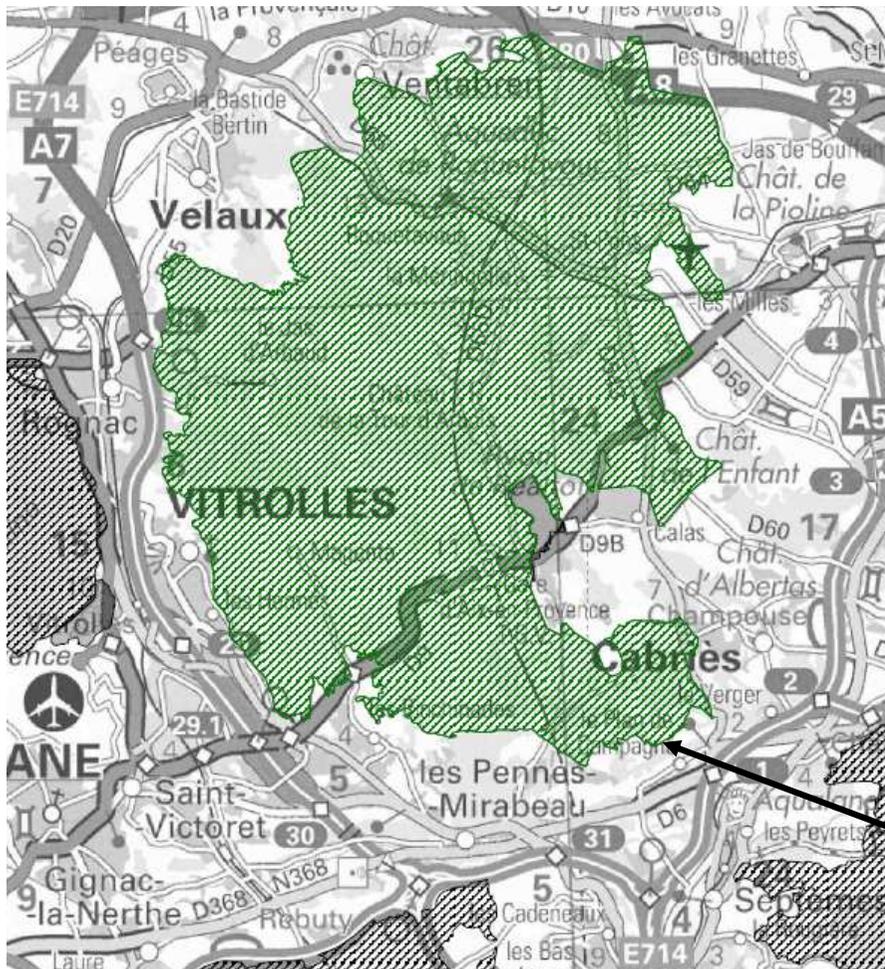
- Il peut être nous être imperceptible (odeur de l'eau guidant le saumon dans la mer vers la source de sa rivière natale)
- Un corridor pour une espèce peut être une barrière pour une autre espèce. (Ex : fleuve)
- Il se distingue des éléments adjacents, de la matrice écopaysagère par des caractéristiques particulières (physionomie, caractéristiques pédogéologiques, orientation, couple thermo-hydrométrique, odeurs, etc.).

(Source Wikipédia).

Différents types de zones et périmètres tendent à mettre en évidence et protéger ces corridors :

Les ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux) sont les zonages préliminaires à l'élaboration des zones de protection spéciale (ZPS ; sites Natura 2000). La plupart d'entre elles sont devenues aujourd'hui des ZPS ou sont amenées à le devenir.

Les zones de protection spéciale (ZPS) découlent de la mise en œuvre d'une politique européenne de préservation de la nature : la Directive Oiseaux (N°79/409 du 06/04/1979). Prennent cette dénomination, les sites visant la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux rares ou menacées. Ces sites sont désignés par chaque pays membre pour constituer le réseau NATURA 2000 à partir du moment où ils sont acceptés par la Commission européenne en fonction de leur cohérence biogéographique.



Les ZNIEFF sont des espaces répertoriés pour la richesse de leur patrimoine naturel. Il en existe deux types :

- Les ZNIEFF de type 1 : Ensemble de quelques mètres carrés à quelques milliers d'hectares constitués d'espaces remarquables : présence d'espèces rares ou menacées, de milieux rélictuels, de diversité d'écosystèmes ;
- Les ZNIEFF de type 2 : Ensemble pouvant atteindre quelques dizaines de milliers d'hectares correspondant à de grands ensembles naturels peu modifiés, riches de potentialités biologiques et présentant souvent un intérêt paysager.

(Source : Etude d'impact : mise à 2 voies de la RD9, section du Réaltor, SIEE, SPI, novembre 2004).

la ZNIEFF du Plateau de l'Arbois :

Son périmètre borde le secteur de Plan de Campagne au nord. L'intérêt biologique de cette zone tient essentiellement aux qualités de sa faune vertébrée et de la flore des agro-systèmes.

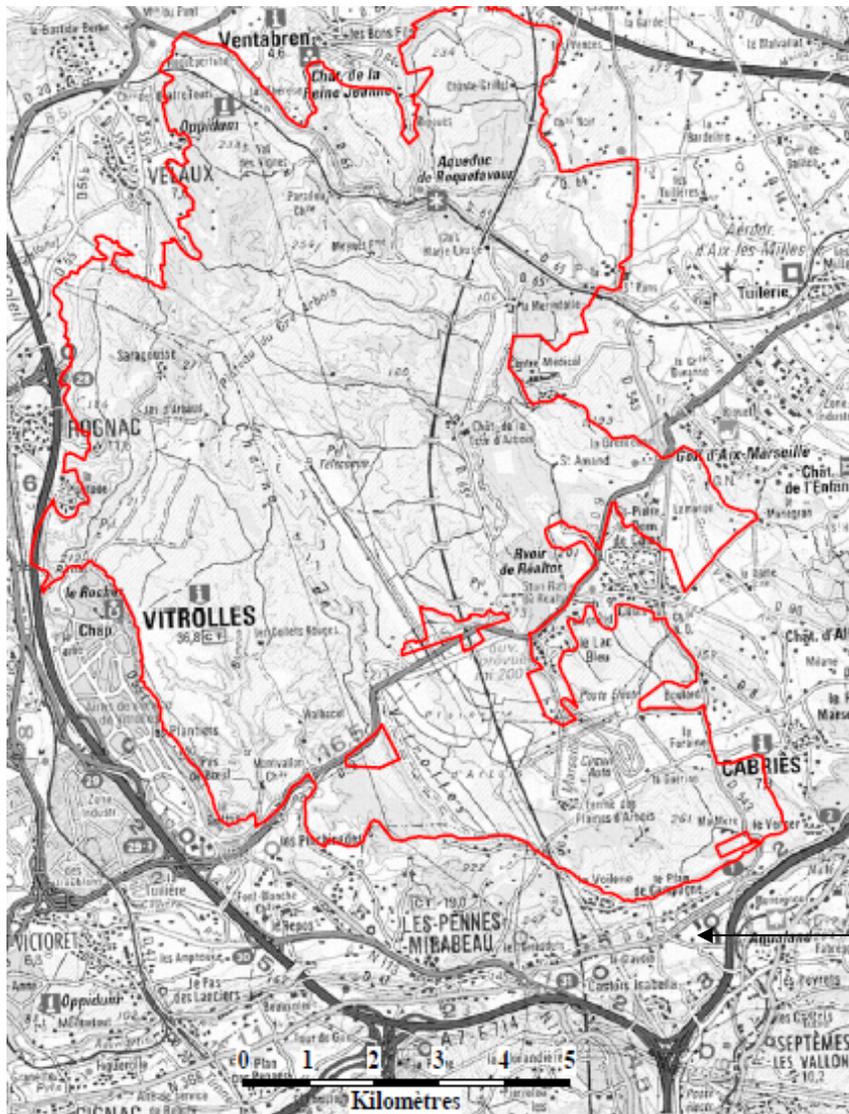
Faune : Ce site renferme trente six espèces d'intérêt patrimonial ((visées par les Directives européennes « Oiseaux » et « Habitats ») dont onze sont déterminantes.

Le Plan de Campagne



Périmètres ZNIEFF à proximité de Plan de Campagne source : DIREN

Approche Environnementale de l'Urbanisme - Pour une requalification environnementale de la zone commerciale de Plan de Campagne



### Les PIG (Projet d'Intérêt Général)

Un PIG est un projet d'ouvrage, de travaux ou de protection répondant aux conditions de l'article R 121-3 du Code de l'Urbanisme est qualifié de PIG par arrêté préfectoral, il doit être pris en compte dans les documents d'urbanisme.

Au nord, la zone de Plan de Campagne est bordée par le périmètre de Protection du massif de l'Arbois, délimité par l'arrêté préfectoral du 15 octobre 2001, renouvelé le 15 octobre 2004 pour 3 ans, qui mentionne :

« La Qualité du site, tant du point de vue de son intérêt paysager et biologique que de sa valeur exceptionnelle du point de vue de l'aménagement du territoire, justifie que soient prises des mesures de protection du site naturel. »

Ce PIG prévoit le classement en site du massif au titre de la loi du 2 mai 1930 relative à la protection des monuments naturels et des sites de caractères artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque.

**Les ZNIEFF à proximité, le classement en site loi 1930 du plateau de l'Arbois, encore en projet en 2004, témoigne du grand intérêt en termes paysager et biologique de territoires aux abords de la zone de Plan de Campagne.**

Plan de Campagne

Périmètre du PIG du massif du plateau d'Arbois source : DIREN

---

### 3. Gestion actuelle des eaux de pluie

---

#### Enquêtes de terrain

---

Selon la démarche pragmatique d'une AEU, l'observation in situ permet de constater des problèmes et de former des pistes de réflexion. Le photo-repérage suivant a été réalisé le 29 novembre 2009, après une courte et intense averse matinale. La durée de l'averse ayant été courte, il n'a pu être observé que des problèmes « superficiels ». Des problèmes plus graves d'inondation pouvant, par exemple, couper la circulation, peuvent être observés lors de pluies plus longues.

#### *Les problèmes de « micro-inondations »*



1



2

#### *Photos 1 et 2 :*

Par courte période d'exposition à la pluie : à chaque petite différence de niveau, à chaque rupture, à chaque recoin, l'eau de pluie s'accumule et crée des flaques. De ce fait, les problèmes de « micro-inondations » se posent au niveau des articulations d'espaces qui correspondent, dans la plupart des cas, à des points de passages pour les piétons. De ce fait, les cheminements habituels servant aux modes doux sont bien souvent rendus impraticables.

Cette impossibilité des pratiquer normalement ces cheminements exclut une partie des personnes se déplaçant dans l'espace public à pied, à vélo ou avec une poussette, bien que les personnes les plus téméraires, réinventent des cheminements de substitutions. Bien que ces cheminements de substitutions ne correspondent à aucun aménagement

adapté, ils peuvent être riches d'enseignement pour repenser un nouveau système de circulation des modes doux dans la zone commerciale et une nouvelle répartition voiture/modes doux.

Les aménagements de sol de l'espace public ont donc un rôle prépondérant à jouer pour permettre à la circulation des modes doux de fonctionner par temps de pluie. Ils ne doivent pas seulement être pensés en termes d'efficacité fonctionnelle et de bon emplacement en plan, mais aussi en termes de forme favorable à une bonne évacuation de l'eau de pluie.



La photo 3 illustre la campagne à Plan de Campagne. À quelques mètres de la zone commerciale, le chemin périphérique sur la frise boisée permet d'absorber les eaux de pluie. La pente transversale est favorable à son écoulement sur les côtes.



L'exemple de la photo 4, ci-dessus, est un des rares aménagements de sol à Plan de Campagne qui présente cette qualité de forme.

Le ralentisseur servant de passage piéton, est également dans un matériau différent de la chaussée. La brique rouge est un matériau plus poreux que l'enrobée et absorbe l'eau rapidement, ce qui sécurise efficacement la traversée piétonne.

Par temps de pluie prolongé, des problèmes d'une autre échelle que les « micros-inondations » se posent notamment quand les réseaux d'évacuation arrivent à saturation.