



HAL
open science

**L'eau et le projet de paysage en milieu méditerranéen,
entre sécheresse saisonnière et inondations soudaines :
comment intégrer des méthodes de gestion de l'eau dans
un projet urbain ? Cas du parc urbain sportif du
Domaine de La Tour à La Ciotat**

Emma Boutot

► **To cite this version:**

Emma Boutot. L'eau et le projet de paysage en milieu méditerranéen, entre sécheresse saisonnière et inondations soudaines : comment intégrer des méthodes de gestion de l'eau dans un projet urbain ? Cas du parc urbain sportif du Domaine de La Tour à La Ciotat. Sciences agricoles. 2013. dumas-00876200

HAL Id: dumas-00876200

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00876200>

Submitted on 24 Oct 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers

2, rue Le Nôtre

49045 Angers cedex 01



Green Concept architectes paysagistes

4, rue coste

69300 Caluire

Mémoire de fin d'Études*

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Horticoles et du Paysage *

Année universitaire* :2012-2013

Spécialité : Paysage

Spécialisation ou option* : Ingénierie des territoires

L'eau et le projet de paysage en milieu méditerranéen, entre sécheresse saisonnière et inondations soudaines : comment intégrer des méthodes de gestion de l'eau dans un projet urbain? Cas du parc urbain sportif du Domaine de La Tour à La Ciotat.

Par : Emma BOUTOT

Devant le jury :

Soutenu à Angers

le* : 12 septembre 2013

Sous la présidence de* : Vincent BOUVIER

Maître de stage* : Patrick BIDEGAIN

Enseignant référent : Fabienne JOLIET

Autres membres du jury (Nom, qualité) : Hervé DANIEL (référent)

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation ou son représentant

Bon pour dépôt (version définitive)

Autorisation de diffusion du mémoire : Oui Non

Date 12./9./13 Signature :

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

* champs obligatoire

Fiche de confidentialité et de diffusion du mémoire

Cadre lié à la confidentialité :

Aucune confidentialité ne sera prise en compte si la durée n'en est pas précisée.

Préciser les limites de la confidentialité ⁽²⁾ :

Confidentialité absolue (ni consultation, ni prêt)

oui non
 1 an 5 ans 10 ans

Le maître de stage ⁽⁴⁾,

Si oui
green concept
architectes paysagistes
4 rue coste
69300 caluire
tel 04 78 23 37 22
fax 04 78 23 37 00
contact@greenconcept.fr.com

Cadre lié à la diffusion du mémoire :

À l'issue de la période de confidentialité et/ou si le mémoire est validé diffusable sur la page de couverture, il sera diffusé sur les bases de données documentaires nationales et internationales selon les règles définies ci-dessous :

Diffusion de la version numérique **du mémoire** : oui non

Référence bibliographique diffusable ⁽³⁾ : oui non

Résumé diffusable : oui non

Mémoire papier consultable sur place : oui non

Reproduction autorisée du mémoire : oui non

Prêt autorisé du mémoire papier : oui non

Diffusion de la version numérique **du résumé** : oui non

↳ Si oui, l'auteur ⁽¹⁾ complète l'autorisation suivante :

Je soussigné(e)
propriétaire des droits de reproduction dudit résumé, autorise toutes
les sources bibliographiques à le signaler et le publier.

Date : 17/09/2013

Signature :

Rennes/Angers, le 17/09/2013

L'auteur ⁽¹⁾,

L'enseignant référent
ou son représentant

(1) auteur = étudiant qui réalise son mémoire de fin d'études

(2) L'administration, les enseignants et les différents services de documentation d'AGROCAMPUS OUEST s'engagent à respecter cette confidentialité.

(3) La référence bibliographique (= Nom de l'auteur, titre du mémoire, année de soutenance, diplôme, spécialité et spécialisation/Option)) sera signalée dans les bases de données documentaires sans le résumé.

(4) Signature et cachet de l'organisme

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Patrick BIDEGAIN pour son suivi et ses conseils tout au long du stage.

Je tiens également à remercier Maïté CROCHOT pour le temps et l'énergie qu'elle m'a consacrée et l'ensemble de l'équipe Green Concept pour leur bonne humeur constante au travail.

Je remercie par ailleurs Cécile GALLAY, Daniel SOUPE et Marie LEBOURGES pour le temps qu'ils m'ont accordé et pour leur discours enrichissant.

Je remercie aussi l'ensemble de mes proches et camarades de l'école pour leur soutien.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1	A. CONTEXTE DU PROJET DU DOMAINE DE LA TOUR	15
I. L'EAU : PROBLÉMATIQUE MAJEURE DES PROJETS URBAINS	2	1// Localisation du projet et contexte général de la demande	15
A. HISTOIRE DE L'EAU URBAINE	2	a. La Ciotat, ville portuaire au coeur du bassin méditerranéen	15
1// L'eau dans notre civilisation : source de vie et cause de désastres	2	b. Origine et acteurs de la création d'un projet de parc urbain	16
2// Le retour à l'eau du XX ^e siècle	4	2// Un site inséré dans un paysage identitaire fort	17
B. LE CLIMAT MÉDITERRANÉEN, UN CLIMAT CONTRASTÉ ET TYPIQUE	5	a. Lignes de force du grand paysage	17
1// Contexte de la région méditerranéenne	5	b. Un emplacement clé au coeur de la ville de La Ciotat	18
2// Un climat typé aux brusques variations saisonnières	5	3// Identité et caractéristiques du site	19
a. Des sécheresses estivales durables	6	a. Une histoire forte qui laisse son empreinte sur le site	19
b. Des précipitations torrentielles aux conséquences majeures	7	b. Caractéristiques géomorphologiques du site	19
C. DES NOUVELLES PRATIQUES DE GESTION DE L'EAU, ENTRE PRÉ-SERVATION DES RESSOURCES NATURELLES ET INONDATIONS	9	c. Un risque naturel bien présent : le risque d'inondation	21
1// Les apports de la loi sur l'eau	9	B. UN AMÉNAGEMENT AXÉ AUTOUR DE LA THÉMATIQUE DE L'EAU	21
2// Le cadre de la DCE pour les méthodes de gestion des crues et inondations	10	1// Un réseau hydrologique et hydrique sous dimensionné	21
3// Des nouveaux outils de gestion de l'eau	11	2// Un projet construit autour du Vallat qui valorise l'écoulement des eaux à ciel ouvert	22
a. Les jardins de pluie ou l'art de capter, canaliser et valoriser les eaux pluviales	11	a. Le redimensionnement doux du lit du Vallat	22
b. Les jardins secs et le concept de xeriscaping	13	b. Modification du tracé actuel du Vallat de Roubaud	22
II. EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR	15	c. Un aménagement tourné autour de l'eau	23
		3// La création de bassins de rétention/jardins de pluie, pour une gestion des épisodes pluvieux exceptionnels	25
		a. Des volumes à intégrer au projet pour la gestion des eaux de ruissellement	25
		b. Dépollution des eaux de ruissellement	25
		c. Aménagement proposé dans le cadre du projet	26
		C. GESTION DIFFÉRENCIÉE DES EAUX D'ARROSAGE	27
		1// Établissement d'un plan guide de gestion des eaux d'arrosage	27
		a. Plan de gestion différenciée des plantations	27
		b. Mise en place d'un réseau d'arrosage	29
		2// Le choix d'une palette végétale adaptée	31

TABLE DES MATIÈRES

III. ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS	35	CONCLUSION	41
A. UN PROJET PORTEUR EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU	35	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	42
1// Prise en compte de la problématique dès les prémices du projet	35	RÉFÉRENCES SITOGRAPHIQUES	43
2// Un cadre qui permet la mise en place de solutions de gestion de l'eau	35		
3// Un aménagement qui met en avant la problématique de la gestion de l'eau et en fait un élément porteur du projet	35		
B. DES CONTRAINTES DIVERSES QUI ÉLOIGNENT LE PROJET D'UNE DÉMARCHE ENVIRONNEMENTALE IDÉALE	35		
1// Demandes contradictoires avec le contexte	35		
a. En lien avec les individus	35		
b. Liées à la gestion du temps	35		
2// Études hydrauliques et hydrologiques contradictoires et difficilement interprétables	36		
3// Des habitudes ancrées, difficiles à remettre en question	36		
C. PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS ET RÉFLEXIONS AUTOUR DU PROJET	36		
1// Améliorations concernant l'écoulement des eaux de ruissellement	36		
a. Étude plus approfondie des risques hydrauliques	36		
b. Mise en place d'un système de récupération des eaux de pluie	37		
c. Renforcement de la dépollution des sol par phytoépuration	37		
2// Propositions autour de l'économie de la ressource en eau	38		
a. Un calcul plus précis des consommations en eau des plantes méditerranéennes	38		
b. Une irrigation plus adaptée à la végétation	38		
c. Des alternatives aux surfaces de prairies très importantes	39		

GLOSSAIRE

Bassin versant :

Le bassin versant représente l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Son contour est délimité par des frontières naturelles, les crêtes des sommets (ce que l'on appelle la « ligne de partage des eaux »), qui déterminent la direction de l'écoulement des eaux de pluie vers un cours d'eau. Par exemple, le bassin Rhône-Méditerranée correspond au territoire sur lequel toute goutte d'eau de pluie ruisselle vers les rivières qui alimentent le Rhône, ses affluents et les fleuves côtiers, pour se jeter finalement dans la Méditerranée [1].

Coefficient de ruissellement :

En milieu urbain, les surfaces imperméabilisées représentent une forte proportion de l'espace (avec intensité de ruissellement=intensité de pluie). Sur les surfaces non imperméabilisées, le ruissellement est plus faible et souvent négligeable et le plus souvent non/mal raccordés au réseau d'assainissement. Aussi, en milieu urbain, avec cette approximation, on peut confondre le coefficient de ruissellement et le coefficient d'imperméabilisation des sols.

$Cr = \text{Surf imperméabilisée} / \text{Surf Totale}$

Coefficient d'imperméabilisation global/non global :

Ce coefficient correspond au rapport entre les surfaces imperméables et la superficie totale de la parcelle.

Eau pluviale ou de ruissellement :

Partie de l'eau qui ruisselle à la surface du sol vers un cours d'eau ou un réseau d'assainissement à la suite d'une pluie. L'usage du mot ruissellement est préférable pour éviter toute ambiguïté avec l'eau de pluie dont une partie d'infiltré ou s'évapore.

Période de retour :

Durée théorique moyenne, exprimée en année, qui sépare deux occurrences d'un phénomène donné, si l'on considère une période de temps suffisamment longue

Phytoremédiation :

Technique de dépollution des sols basé sur les plantes et leurs interactions avec le sol et les micro-organismes.

Restanque :

Mur de retenue en pierres sèches laissant passer l'eau et soutenant une planche de culture en amont. Emblématique des territoires méditerranéens elles font partie d'un ensemble d'ouvrages constituant le fondement d'une organisation agricole adaptée aux zones de relief. Parfois très dégradées, elles font l'objet de mesures de préservation.

Vallat :

'Ruisseau' en provençal.

Zone humide :

« ...terrain exploité ou non, habituellement inondé ou gorgé d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire » (loi du 3janv 1992, article 2) Ces zones qui représentent une forte potentialité biologique, sont inventoriées, pour un bon nombre d'entre elles, dans les ZNIEFF, les ZICO, ou encore dans le réseau Natura 2000 (directive européenne du 21 mai 1992).

ZNIEFF:

Zone naturelle d'intérêt faunistique et floristique. Ces zones ont fait l'objet d'un inventaire scientifique national sous l'autorité du Muséum National d'histoire Naturelle.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET LISTE DES ANNEXES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AMO : Assistance à Maîtrise d'ouvrage
AVP : AVant projet
BRF : Bois Ramérial Fragmenté
DCE : Directive Cadre sur l'eau (*en fonction du contexte*)
DCE : Dossier de Consultation des Entreprises (*en fonction du contexte*)
DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer
ESQ : Esquisse
EXE : Exécution
LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques
MO : Maîtrise d'Ouvrage
MOe : Maîtrise d'OEuvre
OPC Ordonnance, Pilotage et Coordination
PACA : Provence-Alpes-Côte-d'Azur
PDU : Plan de Déplacements Urbains
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PPRn : Plan de Prévention des Risques Naturels
PRO : Programme
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des eaux
SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux
SINNOVEG : Société d'INNOvation VÉGétale
VRD : Voirie Réseau Divers
ZICO : Zone Importante de Conservation des Oiseaux (directive européenne du 2 avril 1979)

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I :
Plan du site du projet et ses composantes identitaires (source : Green Concept)

ANNEXE II :
Carte des risques d'inondation et de ruissellement urbain à l'échelle de la ville de La Ciotat (source : plaquette de prévention : Mairie de La Ciotat. (2012). *Dossier l'Information Communale sur les Risques Majeurs*, Ville de La Ciotat, 16p.)

ANNEXE III :
Tableau de synthèse des analyses hydrauliques (source : E. Boutot)

ANNEXE IV :
Plan de localisation des «points noirs» sur le tracé du Vallat de Roubaud (source : H2Géo Environnement. (2010). *Modélisation hydrologique et hydraulique simplifiée sur le bassin versant du Vallat de Roubaud*, 118p.)

ANNEXE V :
Tableau du plan guide d'arrosage (source : E. Boutot)

ANNEXE VI :
Esquisse de synthèse du projet du Domaine de La Tour, échelle : 750e (source: E. Boutot)

ANNEXE VII
Plan de rétention du projet du Domaine de La Tour, échelle : 750e (source : E. Boutot)

ANNEXE IX : Images de références du projet du Domaine de La Tour (source: banque de données Green Concept)

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Photo de l'étang de Dombes, mars 2010 Ain (source : D.Pobel, bibliothèque municipale de Lyon)
- Figure 2 : Photo du fleuve canalisé La Vilaine, Rennes, 2002 (source : G.Arthur, patrimoine.region-bretagne.fr)
- Figure 3 : Photo de Paris plage, août 2012, (source : S.Robichon, mairie de Paris, paris.fr)
- Figure 4 : Photo du parc de Balzac sec, Angers, mars 2010 (source : E.Burie, lemoniteur.fr)
- Figure 5 : Photo du parc de Balzac inondé, Angers, juin 2006 (source : A. Roche)
- Figure 6 : Carte de distribution géographique de la culture de l'olivier dans le bassin méditerranéen (source : E. Boutot à partir de documents du Museo Dell Olivo, Imperia, Italie)
- Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la ville de Toulon (source E. Boutot à partir de documents de C. Faurie, 2011, Écologie : Approche scientifique et pratique, Tec&Doc Lavoisier, 407p.)
- Figure 8 : Plantes ayant développé des système de résistance à la sécheresse. (source : base de données Green Concept)
- Figure 9 : Photo des crues catastrophiques lors des inondations du Var en 2010, Draguignan. (source : Le Figaro.fr)
- Figure 10 : Carte du bassin versant Rhône-Méditerranée. (source : E. Boutot)
- Figure 11 : Coupe de principe du fonctionnement de la chaîne des pluies d'orage. (source : E. Boutot)
- Figure 12 : Photo du quartier Kronsberg, mettant en avant la présence forte des espaces inondables et humides (source : Le Moniteur, cf biblio)
- Figure 13 : Schéma de principe de la simulation de remplissage du bassin, projet Cité de la Saussaie, 2004 (Saint Denis). (source : Atelier S.Renaudie cf biblio)
- Figure 14 : Schéma d'évolution du projet Arkadien, 2011, à Winnenden, Allemagne (source : Atelier Dreisei, cf biblio)
- Figure 15 : (a) Coupe de principe d'une noue (b) photo référence d'une noue au parc Batignolles, Paris, octobre 2010. (source : E. Boutot)
- Figure 16 : (a) et (b) Photos du Domaine du Rayol, le jardin des méditerranées, Gilles Clément. (source : domaineduRayol.org)
- Figure 17 : Carte de localisation de La Ciotat, entre Marseille et Toulon et axes majeurs de circulation. (source : E.Boutot)
- Figure 18 : Schéma de la situation du Domaine de La Tour au coeur de La Ciotat et grands ensembles paysagers. (source : E.Boutot)
- Figure 19 : Phasage du projet. (source : E.Boutot)
- Figure 20 : Calendrier des premières phases du projet. (source : E.Boutot)
- Figure 21 : Schéma des caractéristiques paysagères de la baie de La Ciotat. (source : E.Boutot)
- Figure 22 : Contexte urbain du Domaine de La Tour, circulations et occupation du sol. (source : E.Boutot)
- Figure 23 : Photo de l'alignement des oliviers centenaires, juin 2013. (source : E.Boutot)
- Figure 24 : Photo de la ligne de végétation marquant le tracé du Vallat, juin 2013. (source : E.Boutot)
- Figure 25 : Panorama du site montrant le point de vue sur le littoral et le Bec de l'Aigle, juin 2013. (source : E.Boutot)
- Figure 26 : Carte topographique du Domaine de La Tour et de localisation du Vallat. (source : Green Concept)
- Figure 27 : (a) et (b) Photos de l'état actuel du vallat de Roubaud sur le site, juin 2013. (source : E.Boutot)
- Figure 28 : Coupe géologique du site. E.Boutot
- Figure 29 : Coupe de principe du lit du Vallat de Roubaud. (a) initial, (b) proposé par l'étude de H2Géo, (c) proposé par Green Concept. (source : E.Boutot)
- Figure 30 : Plan d'évolution du tracé du Vallat. (a) initial, (b) courbe proposée en premier lieu, (c) solution intermédiaire adoptée et intégration des éléments du projet. (source : E.Boutot)

LISTE DES ILLUSTRATIONS

- Figure 31 : Coupes de principe du Vallat de Roubaud selon 3 emplacements clés. (a) les espaces de traversées par les véhicules, (b) les espaces de traversée piétonne, (c) les espaces non traversables au profil «naturel». (source : E.Boutot)
- Figure 32 : Montage 3D du projet, localisation des éléments qui gravitent autour du Vallat. (source : E.Boutot)
- Figure 33 : Perspective du projet au niveau du Vallat. (source : Green Concept)
- Figure 34 : Plan d'intégration des éléments de rétention au sein du projet. (source : E.Boutot)
- Figure 35 : Montage 3D du projet, localisation des éléments de rétention au sein du projet. (source : E.Boutot)
- Figure 36 : Plan d'arrosage. (source : E.Boutot)
- Figure 37 : Plan masse du projet. (source E.Boutot)
- Figure 38 : Ensemble de photos de la palette végétale. (source : banque de données Green Concept)
- Figure 39 : Photo de la noue sèche à Maubec, Isère, (source : E. Boutot)
- Figure 40 : Schéma simplifié du fonctionnement de la phytoépuration (source : E. Boutot)
- Figure 41 : Photo produit du système Bubler proposé par Rain Bird, série RWS, catalogue 2011-2012 (source : www.rainbird.fr)
- Figure 42 : Palette végétale, (a) Prairies alternatives (b) Couvres-sol. (source : banque de données Green Concept)

AVANT-PROPOS

J'ai effectué mon stage de fin d'études au sein de la structure Green Concept. C'est un bureau d'étude d'architectes paysagistes associés fondé en 1987 à Lyon par Patrick Bidegain - Architecte Paysagiste D.E. diplômé de l'ISAJP et gérant de l'agence de Lyon -. Depuis 2004, l'agence s'est groupée avec l'Atelier de l'Orangerie à Avignon dirigé par Emmanuelle Eustache - Ingénieur Paysagiste diplômée de l'ENITHP - pour ne former qu'une seule et même entreprise.

L'agence se consacre principalement à des missions de maîtrise d'oeuvre publiques. Les domaines d'intervention sont divers et variés : planification et urbanisme opérationnel, aménagements ruraux et urbains, études d'impact, réhabilitation, espaces publics urbains, etc.

Au cours de mon stage, j'ai travaillé sur de nombreux projets, en particulier :

- Pommiers en Forez (42) | Réaménagement du camping municipal | phases AVP et PRO
- Aménagement du square Orsel | Oullins (69) | ESQ, AVP, DCE
- Parc du château | Vaulx-en-Velin (69) | PRO, DCE
- Baignade biologique | Dour (Belgique) | PRO
- Parc du vivier | Ecully (69) | EXE
- Aménagement urbain «Les Monts» | Bassens (73) | DCE
- Etude d'aménagement pour la reconversion du parc Bellevue | Montluel (01) | Concours, AVP

J'ai apprécié la diversité des projets, à la fois en terme de sujet et d'échelle d'intervention. L'association des deux agences, de Lyon et Avignon, couvrant une importante superficie géographique, elle offre en plus un panel de projets large qui va de la Savoie au littoral méditerranéen.

C'est ce qui m'a permis de m'intégrer au sein du projet du Domaine de La Tour à La Ciotat (13). Je cherchais à m'insérer dans un projet d'envergure ouvrant à des problématiques liées à l'environnement. La problématique de l'eau qui s'est présentée m'a particulièrement intéressée et plus particulièrement le paradoxe qu'offrent ce projet et ce site concernant à la fois un sujet d'actualité mais aussi une problématique locale rencontrée dans un projet concret.

L'importance accordée à la thématique de l'eau dans les projets urbains ne fait que croître. De nouvelles considérations environnementales ont fait prendre conscience que l'eau est un bien précieux qui tend à se faire de plus en plus rare. Les méthodes utilisées anciennement et encore souvent ces dernières décennies laissaient peu de place aux milieux aquatiques et au développement de la biodiversité ni à une quelconque économie de la ressource en eau. Or, l'importante consommation en eau liée à l'arrosage des espaces verts (correspondant à 20 à 50% de la consommation annuelle par habitant) et les canicules estivales de plus en plus fréquentes ont des conséquences non négligeables : le niveau des nappes phréatiques baisse. Les réserves ne sont pas inépuisables, de plus en plus de personnes et d'élus en prennent conscience, et il n'est pas rare de voir chaque année des arrêtés municipaux limitant, voir interdisant, la consommation en eau pour les jardins. Régulièrement, des mesures sont prises à l'échelle nationale ou européenne pour limiter ces dépenses. En 2011, la ministre de l'écologie avait d'ailleurs annoncé le lancement d'un plan de réduction de la consommation en eau de 20% d'ici 2020 [2].

Comment penser les aménagements de demain en prenant en compte ces considérations ? Quelles mesures mettre en place pour proposer des projets moins demandeurs en eau sans en sacrifier les qualités esthétiques ? Quelles adaptations doivent être faites, par les concepteurs mais aussi entrepreneurs, jardiniers et usagers ?

À la problématique de la gestion du manque d'eau s'ajoute une problématique importante liée à la gestion de l'aménagement des cours d'eau et des débordements. En fonction des régions et des saisons, l'eau peut devenir un réel danger. Crues, inondations, coulées de boues causent chaque année d'importants dégâts économiques et parfois humains en France et à l'étranger. Déjà depuis le début de l'année 2013, on recense de nombreuses inondations : en juin dernier certaines communes de la Haute-Garonne, des Hautes-Pyrénées, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques, touchées par des crues exceptionnelles, ont été déclarées en état de catastrophe naturelle, reconnu notamment lorsque « les mesures habituelles à prendre pour prévenir ces dommages n'ont pu empêcher leur survenance ou n'ont pu être prises » [3].

Les conséquences de ces crues mettent en avant le besoin que nous avons de trouver de nouvelles solutions de lutte. Les systèmes de canalisation et d'évacuation des eaux pluviales sur lesquels nous nous appuyons semblent insuffisants pour gérer ces états de crise.

En tant qu'aménageur du paysage et de la ville de demain la question est donc primordiale : comment limiter ces catastrophes ? Quelle réflexion adopter au travers des projets d'aménagement pour lutter contre ces crues ?

Les problématiques de la gestion de la ressource en eau et celle de la gestion des crues sont parfois gérées indépendamment. Cependant, il est des régions pour lesquelles ces deux questions sont importantes et doivent être traitées avec considération. Le cas de la région méditerranéenne est particulièrement parlant puisque son climat chaud et sec en été est doublé de brutales inondations dont nous entendons chaque année parler des conséquences. Comment concilier le paradoxe de la gestion du manque d'eau et de l'excès d'eau ? Dans quelle mesure un projet peut-il à la fois traiter des problématiques de l'eau et avoir une vraie identité et une vraie fonction ?

Après un large état des lieux des pratiques autour de l'eau d'hier et de demain, nous allons étudier, au travers d'un exemple de parc urbain à La Ciotat (Bouches du Rhône), comment il est possible de concevoir un projet urbain paysager et prenant en compte à la fois des risques d'inondation et de sécheresse. Enfin, dans une troisième partie nous nous pencherons sur les limites de l'aménagement étudié et les possibilités qui pourraient être mises en œuvre pour aller au-delà de ce qui est proposé.

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

Dès le III^e siècle avant notre ère, on retrouve trace de l'usage de l'eau à des fins ornementales et paysagère à travers les jardins de Babylone, jardins suspendus dont «des canalisations conduisent les eaux [...], on les contraints à remonter en spirales» jusqu'à des fontaines qui «arrosent le Jardin tout entier» (selon les traductions du Chapitre II du Traité des sept merveilles du Monde de Philon de Byzance [4]).

Nous voyons ici une utilisation de l'eau comme source de beauté et de délices, manipulée par l'homme au moyen de plans techniques complexes. Comment les différentes civilisations se sont-elles appropriées cette ressource ? Quelle importance a-t-elle eu au cours des siècles dans le développement des villes ?

A. HISTOIRE DE L'EAU URBAINE

La problématique de l'eau prend de plus en plus d'importance dans les projets urbains, que ce soit par la volonté des acteurs de projets ou par un cadre législatif qui se précise. Cette place que retrouve l'eau dans les projets urbains contemporains n'a pas toujours été telle. Toujours vitale, souvent destructrice, le rapport que nous avons et que nos ancêtres ont eu avec cet élément est très fort et a beaucoup évolué au cours des siècles.

Afin de comprendre le sens et les composantes de cette évolution, il est essentiel de retracer l'historique du rapport de nos villes à l'eau au travers de quelques périodes choisies.

1// L'eau dans notre civilisation : source de vie et cause de désastres

Installées auprès des cours d'eau nécessaires à leur approvisionnement, les villes ont longtemps souffert de cette proximité. Dans un article rédigé pour «De l'eau et des hommes», œuvre collective autour de l'eau et de ses rapports avec ses usagers, F.X. MERRIEN conte cette histoire (LEFEUVRE, 2011).

//Du XVe siècle au XVIIe siècle, l'eau comme source de richesse et fondement de l'ordre urbain

C'est une période pendant laquelle l'eau est nécessaire à la vie de tous les jours en tant que source de richesses, mais aussi comme fondement de l'ordre urbain.

Elle est ainsi l'élément qui distingue ville basse et ville haute. Alors que la ville basse, ville des pauvres est proche des fleuves, elle est sensible aux aléas climatiques, inondable et sale, la ville haute est protégée des caprices de l'eau et rassemble les élites. Entre les deux, la pente naturelle des rues favorise l'écoulement des eaux sales vers la ville basse et y accentue le déséquilibre. L'eau y est pourtant source de richesses industrielles de transformation. Les corps de métiers (tanneurs, amidonniers, teinturiers, etc.) ont besoin de cette eau mais contribuent cependant à en faire des zones souillées.

L'eau est le principe organisateur des villes médiévales et les épidémies incitent continuellement les municipalités à rechercher des mesures pour remédier à l'insalubrité de ces parties des villes.

//Ancien régime

Pendant cette période, on cherche à faire fusionner le rythme économique avec les rythmes naturels, assurant une complémentarité entre le rythme des eaux et de la vie quotidienne. Des retenues d'eau sont mises en place : dans l'Ain, les très nombreux étangs de la Dombes ont été particulièrement exploités pour leurs richesses et sont encore nombreux aujourd'hui (Fig. 1). On retrouve également de nombreux moulins construits sur de petites rivières. Les réseaux navigables et canaux sont mis en place pour permettre une plus grande liberté du commerce. Un cours d'eau navigable permet le désenclavement économique des riverains et devient propriété de l'État qui peut ainsi les contrôler.

Ainsi, jusqu'à la révolution, la rivière navigable est avant tout un axe de communication permettant les échanges commerciaux (en particulier pour l'approvisionnement de Paris), alors qu'à contrario, l'eau non navigable est dévolue aux plus pauvres qui exploitent alors les étangs principalement pour la production piscicole (J-M. DEREX, 2003)

//XIXe siècle : l'eau contrôlée, purifiée et invisible

La logique technicienne, la volonté instrumentale et positiviste d'une victoire sur la nature et sur les contraintes locales est motrice de la relation des villes à l'eau au XIX^e siècle. Les odeurs pestilentielles et les restrictions qu'elles imposent au développement de l'urbanisme émeuvent l'opinion publique. Les hy-

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS



Figure 1 : Photo de l'étang de Dombes, mars 2010 Ain (source : D.Pobel, bibliothèque municipale de Lyon)



Figure 2 : Photo du fleuve canalisé La Vilaine, Rennes, 2002 (source : G.Arthur, patrimoine.region-bretagne.fr)



Figure 3 : Photo de Paris plage, août 2012, (source : S.Robichon, mairie de Paris, paris.fr)

giénistes prennent le relais et dénoncent le rôle néfaste des miasmes (épidémie de choléra, tuberculose, typhoïde, paludisme).

L'eau stagnante est alors considérée comme un facteur d'insécurité sanitaire et spatiale alors que les eaux claires et courantes, symbole de la vie et de continuité (puisqu'elles chassent les miasmes et les déchets), sont perçues comme bénéfiques et salutaires.

On rentre alors dans une période de remise en cause de la productivité des techniques artisanales à laquelle s'ajoute l'application des découvertes de la chimie et de la mécanique avec entre autre la mise au point du chlorure de calcium, de l'eau de javel, de l'utilisation de chlore pour le traitement du chanvre.

Les ingénieurs pressent les villes de canaliser les rivières impropres à la navigation, d'assainir les bas de quartier, de mettre en place des réseaux modernes d'approvisionnement en eau, d'évacuation des eaux usées et des ordures. « De la soumission à la nature succède le rêve de la maîtriser » (F.X. MERRIEN).

C'est le triomphe de la logique technicienne qui traite la ville comme un système et recherche des solutions globales, l'aboutissement d'une longue bataille pour s'affranchir des contraintes naturelles et des habitudes ancestrales.

Vers la fin du XIX^e est mise en place la naissance de la ville hygiéniste, triomphe de la ville sur l'eau et mutation radicale de la ville. On retrouve encore une fois à travers l'eau la hiérarchie de la société : modernité démocratique, l'accès à l'eau est possible pour tous.

L'eau est invisible (sauf pour fins ornementales), les rivières sont canalisées et souterraines. Elle devient un bien public, objet de politiques de distribution. On va jusqu'à recouvrir les rivières et fleuves canalisés comme le furent La Vilaine à Rennes (Fig. 2) ou le Paillon à Nantes. On cache la présence de l'eau.

//XXe : naissance d'un nouveau paradigme induit de la notion de développement durable
Ce sont les prémices d'un nouveau paradigme, d'une nouvelle représentation qui exprime l'une des formes du développement durable.

L'eau commence à être perçue comme facteur de qualité du cadre de vie en lien avec le nouveau rapport à la nature et à l'environnement. Elle rentre dans le spectre du plaisir.

Peu à peu les eaux urbaines sont dévoilées. Les expériences de villes plages comme Paris en sont de très bon exemples (Fig. 3), On redécouvre les rivières ; les parcs récréatifs et urbains s'établissent le long des berges. On assiste là à un renouvellement urbain, une redécouverte et une réappropriation de l'eau urbaine.

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

2// Le retour à l'eau du XX^e siècle

La prise de conscience environnementale de la fin du XX^e sur la vulnérabilité de la ressource en eau amène à reconsidérer le rapport qu'entretient le milieu urbain avec cet élément. «La gestion des eaux en ville doit maintenant réduire les pollutions de celle-ci, en améliorer la qualité, assurer la pérennité quantitative de la ressource et limiter les risques d'inondations.» (CAUE Puy de Dôme, 2012).

En effet, les inondations, subies au cours du siècle dernier, qui remettent en cause une maîtrise que nous étions persuadés d'avoir acquise, surprennent et choquent.

L'évolution des pratiques sociales autour de l'eau façonnent des paysages aquatiques fondamentalement différents des précédents. Donnadiou illustre l'évolution de ces paysages au travers de 3 figures de reconquête des propriétés aquatiques par ses usagers: l'eau revivifiée, l'eau économisée et l'eau esthétisée (LEFEUVRE, 2011).

La première, l'eau revivifiée correspond à l'eau qui est reconquise, celle qui, après les pollutions qu'elle a subie, après les drainages et barrages qui cherchaient à la contrôler tend à retrouver peu à peu la faune et la flore qui la peuplaient et en font un milieu vivant. C'est l'eau qui retrouve sa capacité à inonder les espaces assainis et le lit majeur des fleuves. Une image très parlante de ce principe est le parc Balzac à Angers (fig 4 et 5), partiellement inondable il marque le retour de l'inondabilité au cœur de la ville.

L'eau économisée est liée à la notion de ressource précieuse, à la raréfaction inégalement répartie dans le temps et dans l'espace (en termes de saisons et de zones géographiques). Cette notion d'eau économisée comprend l'eau filtrée, épurée après pollution, processus qui ménage sa qualité et sa quantité. La mise en place de plus en plus fréquente de systèmes de récupération des eaux pluviales pour l'irrigation (ex parc de Clichy-Batignolles à Paris) ou la filtration et la dépollution des eaux usées issues de la consommation industrielle, sont d'autant d'usages nouveaux qui transforment nos paysages.

Enfin, l'eau esthétisée, quant à elle, traduit les sensations et les émotions



Figure 4 : Photo du parc de Balzac sec, Angers, mars 2010 (source : E.Burie, lemoniteur.fr)



Figure 5 : Photo du Parc de Balzac inondé, Angers, juin 2006 (source : A. Roche)

qu'elle peut procurer par sa magnificence, sa force ou sa subtilité. Au-delà de la notion de besoin utilitaire, les usages de l'eau évoluent vers une vision plus sensorielle. Les cours d'eaux sont remis en lumière, les eaux urbaines sont scénographiées et animent les espaces publics, elles sont à fois objet de fascination et indispensables à l'équilibre humain.

Ces trois figures de reconquête de l'eau traduisent l'évolution forte de la pensée à laquelle s'ajoutent les conséquences de faits divers ou de catastrophes environnementales. Au travers d'inondations, de coulées de boue dans nos villes modernes, elles remettent en cause une maîtrise que nous étions persuadés d'avoir acquise. Ces faits surprennent et choquent et incitent à aller dans le sens d'alternatives aux «systèmes de tuyaux» utilisés traditionnellement. Certaines régions sont encore plus touchées par ces problématiques, que ce soit dû à leur climat, à leur géographie ou à leur géomorphologie. Dans ces régions particulières, cette approche nouvelle de l'eau semble avoir toute son importance. Le cas de la région méditerranéenne est ainsi particulièrement évocateur : son climat contrasté combine phénomènes de sécheresses et inondations. En quoi cette région est-elle si particulière? Pourquoi l'eau a-t-elle une importance capitale dans cette région?

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

B. LE CLIMAT MÉDITERRANÉEN, UN CLIMAT CONTRASTÉ ET TYPIQUE

Cette région est caractérisée par son climat très typique qui rend ces nouvelles pratiques paysagères autour de l'eau à la fois extrêmement importantes mais aussi difficiles à mettre en place. Afin de déterminer d'éventuelles applications locales à ces pratiques, il est donc primordial de comprendre ce climat et les problématiques principales qui le régissent.

1// Contexte de la région méditerranéenne

Le bassin méditerranéen désigne les régions se trouvant autour de la mer Méditerranée couvrant le sud de l'Europe, le Proche-Orient et l'Afrique du Nord. La limite du bassin ou du monde méditerranéen se réfère principalement au climat méditerranéen et plus particulièrement la limite de la culture de l'olivier (fig. 6). D'autres critères culturels ou historiques permettent aussi de délimiter la région méditerranéenne.

La région méditerranéenne qui nous concerne dans le cadre de ce mémoire est le domaine méditerranéen français. On note que ses limites ne sont pas évidentes à déterminer. Seul le rebord du Massif Central offre une frange bordière simple, alors que même dans les Alpes les pénétrations méditerranéennes sont très inégales. Elles peuvent alors être déterminées grâce au climat méditerranéen ainsi qu'aux formations végétales typiques comme l'olivier.

Administrativement, ce domaine est divisé en trois régions : le Languedoc-Roussillon, la Provence-Alpes-Côte d'Azur et la Corse. Cependant, ce découpage régional administratif ne correspond pas aux grands ensembles bio-climatiques et morphologiques. Ainsi, si la ville de La Ciotat est située dans le département des Bouches du Rhône, elle est classiquement reliée à Toulon (Var), comme référent climatique quand des données locales manquent.

2// Un climat typé aux brusques variations saisonnières

La région méditerranéenne se définit avant tout par son climat chaud en été et



Figure 6 : Carte de distribution géographique de la culture de l'olivier dans le bassin méditerranéen (source : E. Boutot à partir de documents du Museo Dell Olivo, Imperia, Italie)

doux et sec en hiver, en considérant tout de même des variations de la douceur entre le bord de mer et l'arrière pays.

Le point le plus caractéristique de cette région réside dans l'existence d'un fort déficit pluviométrique qui coïncide avec la saison chaude. Ainsi, les rythmes biologiques sont aussi bien déterminés par le rythme des températures que celui des précipitations.

La sécheresse estivale pouvant engendrer une grande fragilité de certains écosystèmes caractérise ainsi les milieux méditerranéens.

La région est également soumise à de nombreux facteurs climatiques forts :

- l'ensoleillement est très important sur tout le littoral, il varie entre 2 700 et 2 900 heures par an et en fait l'un des plus importants de France ;
- l'humidité atmosphérique et les embruns liés à la proximité immédiate de la mer influent sur le développement des végétaux notamment par une salinité pouvant nuire aux végétaux et qui induit des adaptations morphologiques de leur part ;

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

- les vents, plus précisément le mistral, soufflent en moyenne 93 jours par an et peuvent être présents en toute saison. Le mistral est lié à l'établissement sur la France d'une circulation à composante nord-ouest entraînant des masses d'air qui s'engouffrent dans le couloir rhodanien où elles s'accroissent pour diverger ensuite sur les plaines du bas Rhône. Froid et desséchant, il accentue les contrastes de versants et limite le développement des végétaux.

Mais une caractéristique qui fait un paradoxe majeur de cette région, c'est l'abondance des précipitations annuelles, d'un minimum 500 mm par an, atteignant parfois plus de 2 000 mm sur certains versants, conjuguée à leur irrégularité selon les saisons (RAMEAU J.C., 2008).

L'outil le plus simple pour exprimer la sécheresse d'une région et ses variations climatiques est le diagramme ombrothermique mis au point par Gaussen. Il compare l'évolution des pluies et des températures mensuelles moyennes avec $P=2T$, à partir des données moyennes des 300 années précédentes.

En étudiant le diagramme ombrothermique de Toulon (fig. 7), on note sa forme typique dite 'en chapeau de gendarme' traduisant un régime contrasté avec un maximum thermique corrélé avec un minimum pluviométrique. On en déduit que la saison sèche, la période de déficit hydrique, identifiable sur le diagramme lorsque les deux courbes se croisent, dure en moyenne 3 mois: juin, juillet et août alors que le maximum pluviométrique se situe en automne avec un fort pic mi-octobre et qui provoque à ce moment là des événements pluvieux plus ou moins brutaux et dévastateurs.

a. Des sécheresses estivales durables

//Manque d'eau et limitation de la consommation

Malgré un cumul annuel des précipitations relativement important, les départements méditerranéens souffrent de sécheresse pendant l'été et sont marqués par des épisodes de déficit hydrique.

Il est d'ailleurs important de noter que les précipitations brutales qui ont parfois lieu l'été ne suffisent pas à enrayer les éventuelles sécheresses car elles ruissellent rapidement vers la mer et ne rechargent pas les nappes phréatiques.

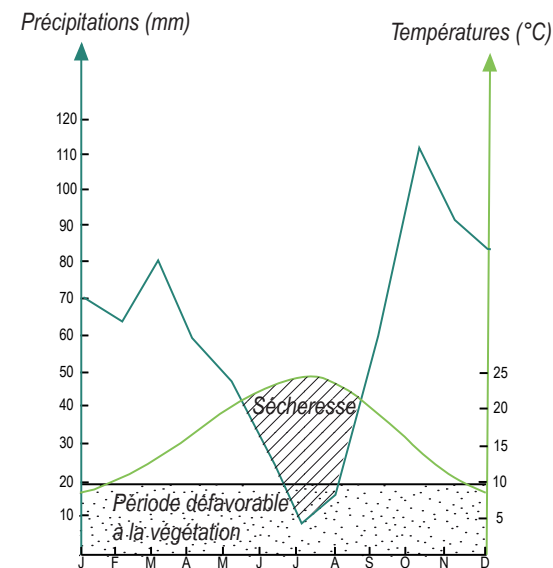


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de la ville de Toulon (source E. Boutot à partir de documents de C. Faurie, 2011, *Écologie : Approche scientifique et pratique*, Tec&Doc Lavoisier, 407p.)

Les mois de sécheresse consécutifs annuels ont des conséquences à la fois sur le débit des cours d'eau et sur les ressources en eau souterraine. On remarque également que dans le département du Var, les habitants et touristes consomment l'été entre 270 et 300 litres d'eau par jour alors que la moyenne nationale est de 150 L/j/hab. Différence qui s'explique notamment par le grand nombre de piscines et l'arrosage important des jardins (Direction de l'environnement et de l'équipement rural, 2007).

Régulièrement, des «arrêtés sécheresse» sont mis en place par les préfets - limitant les usages et les prélèvements d'eau - qui interdisent l'arrosage des pelouses, jardins et espaces verts privés et publics.

//Adaptation des plantes au climat méditerranéen

En conséquence à ce climat très caractéristique, la flore méditerranéenne montre des adaptations propres à permettre son existence.

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

En France, plus de 60% des espèces végétales sont concentrées dans la zone méditerranéenne qui ne représente pourtant qu'une petite partie du territoire. La flore du bassin méditerranéen est une des plus riches du monde: environ 25 000 espèces de plantes y poussent soit près de 10% de la flore mondiale (FILIPPI O., 2007) ceci étant dû au nombre très important d'adaptations physiologiques dues à ce climat particulier.

L'évapotranspiration étant plus forte dans cette région, la flore a développé différentes stratégies d'adaptation limitant les pertes hydriques. Sur la fig.8, on peut observer quelques unes des adaptations principales.

Ces plantes locales, adaptées à ce milieu, ne nécessitent que très peu d'eau et méritent une place de choix dans les jardins entre autres mesures de limitation de la consommation en eau.



Doubles systèmes racinaires
(*Cistus ladanifer*)



Diminution de la transpiration
(*Nerium oleander*)



Dormance estivale
(*Sarcopoterium spinosum*)



Mise en place de poils, tons gris
(*Stachys byzantina*)



Protection par bulles d'odeur
(*Lavandula vulgaris*)



Captation de l'humidité de l'air
(*Ballota hirsuta*)



Conservation de l'eau dans les feuilles
(*Sedum sediforme*)



Ports en boule, contre le vent
(*Fredolia aretiodes*)

Figure 8 : Plantes ayant développé des systèmes de résistance à la sécheresse. (source : base de données Green Concept)

b. Des précipitations torrentielles aux conséquences majeures

Les précipitations observées sur le littoral de la région méditerranéenne française sont apportées par les vents marins du sud et du sud-est, ainsi que par ceux du sud-ouest.

Lorsque l'on compare les moyennes pluviométriques annuelles en région méditerranéenne et nationale, on remarque un faible écart : il pleut en moyenne 650 mm à Toulon contre 770 en France [5]. Cependant, comme on l'a noté sur les diagrammes ombrothermiques, elles sont concentrées sur la période automnale de l'année tout particulièrement et s'accompagnent en conséquence souvent d'un caractère torrentiel.

On recense différents types d'inondations qui frappent les pays méditerranéens: crues, inondations fluviales et côtières. D'années en années, on constate une augmentation de la vulnérabilité face à ces phénomènes, que ce soit en lien avec des phénomènes d'expansions urbaines incontrôlées dans les zones sujettes aux inondations, à la construction d'habitations sur les pentes, à la déforestation ou aux changements d'occupation et d'utilisation du sol qui réduisent sa capacité de rétention de l'eau et accroissent la probabilité d'écoulement en cas de pluies persistantes. En 2010, des inondations dans le Var avaient fait énormément de dégâts (fig. 9) dans la région autour de Draguignan principalement.



Figure 9 : Photo des crues catastrophiques lors des inondations du Var en 2010, Draguignan. (source : Le Figaro.fr)

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

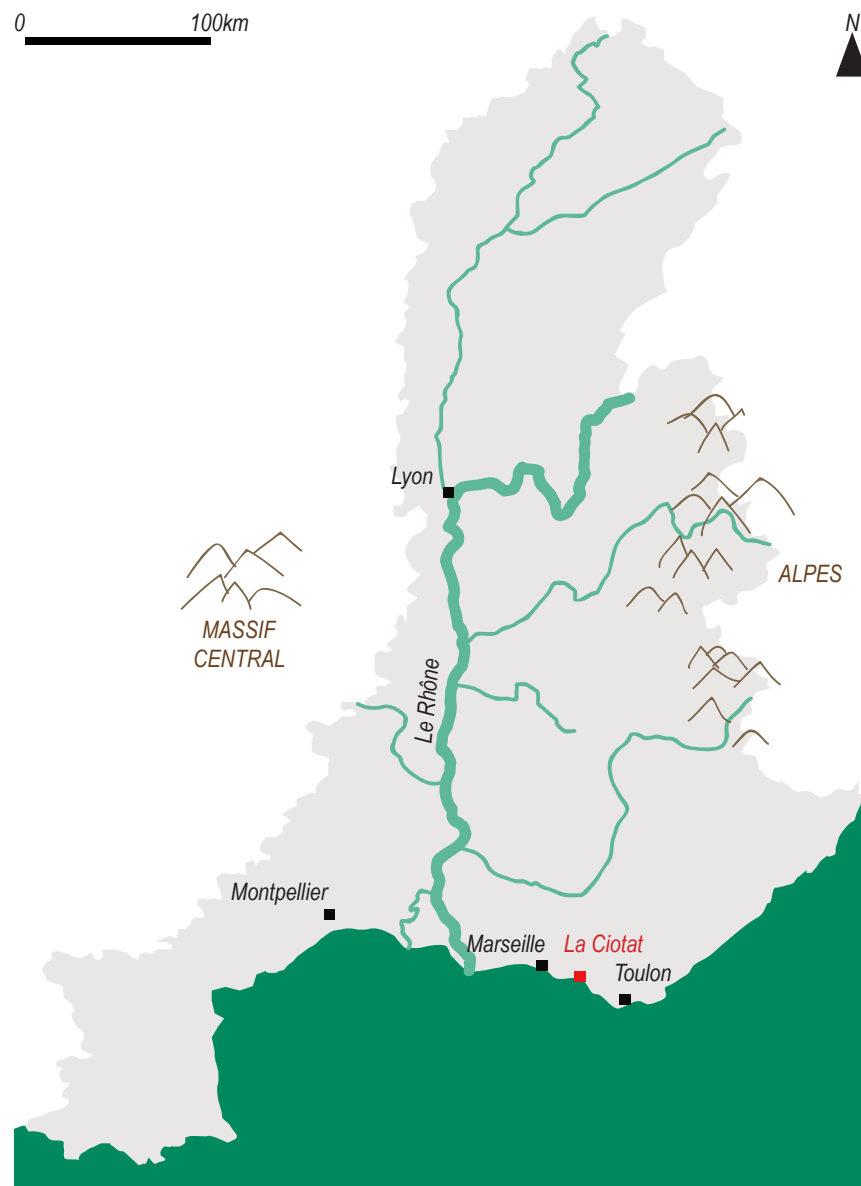


Figure 10 : Carte du bassin versant Rhône-Méditerranée. (source : E. Boutot)

Les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée sont ceux qui subissent les plus haut nombre de décès avec 3 820 victimes, entre 1990 et 2010, causés principalement par des crues soudaines qui ont frappées intensément les zones urbaines habitées et construites dans des zones sensibles aux inondations, alors que les pays méditerranéens du Nord - Italie, France, Espagne, Grèce, Slovénie et Albanie - ont enregistré l'impact économique le plus élevé avec 21 400 milliards d'euros dûs aux crues qui ont frappées les villes touristiques côtières construites sans protections adéquates ou bien à cause des inondations fluviales des plaines dont l'utilisation du sol est passée des forêts, des bois ou de l'agriculture au commerce et à l'industrie [6].

L'état des lieux fait dans le cadre de l'élaboration du SDAGE (en application de la DCE) permet de se rendre compte précisément des causes et conséquences de ces inondations et d'envisager alors des solutions à mettre en place pour mieux lutter contre. Ci-dessous est résumé cet état des lieux du district Rhône (LEDENVIC P., 2005), et plus particulièrement celui des cours d'eau côtiers.

//Enjeux

Depuis les années 1980, des événements de crues de grande ampleur ont eu lieu et certains sont même considérés comme des catastrophes d'ampleur nationale. On pense notamment aux inondations du Var en 2010 évoquées précédemment causant au moins 25 morts et disparus [7].

//Caractéristiques des phénomènes du bassin

A la différence des grands fleuves français, le Rhône (fig. 10) peut connaître des crues rapides sur son cours inférieur liées aux réactions des affluents méditerranéens.

Plus précisément au sujet de la zone côtière méditerranéenne, l'aspect météorologique accentué par le relief est prépondérant dans la typologie des crues. La principale difficulté pour les services de surveillance est d'être confronté à des crues rares, rapides et de très forte ampleur.

Dans les secteurs urbains et péri-urbains les conditions anthropiques jouent un rôle aggravant dans la formation et l'écoulement des crues : l'imperméabilisation des sols, la canalisation et la mise en souterrain des cours d'eau.

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

Face à ces risques importants et aux catastrophes récurrentes dans cette région (mais aussi ailleurs en France et en Europe), les attentes en terme de mesure de sécurité, de méthodes de gestion des eaux pluviales mais aussi des ressources en eau sont importantes.

La mise en place d'un cadre législatif a donné un socle de plus en plus concret pour répondre à ces attentes. Contraints de respecter les textes de loi, paysagistes, architectes et urbanistes se doivent par conséquent d'adapter leurs méthodes et de faire évoluer les aménagements.

C. DES NOUVELLES PRATIQUES DE GESTION DE L'EAU. ENTRE PRÉSERVATION DES RESSOURCES NATURELLES ET INONDATIONS

1// Les apports de la loi sur l'eau

Les premiers textes modernes français concernant le droit de l'eau remontent aux codes napoléoniens dont l'objectif principal était de déterminer le régime de propriété de l'eau.

La politique publique de l'eau actuelle s'inscrit, quant à elle, dans le développement durable en proposant une gestion équilibrée de la ressource avec des objectifs environnementaux, sociaux et économiques.

« La généralisation de l'adduction d'eau pour l'industrie et du tout à l'égout a eu pour corollaire le développement des activités industrielles et artisanales et de leurs nuisances. La France fut l'une des premières nations à réagir en adoptant la première loi sur l'eau (1964) incluant le principe de « pollueur-payeur » ainsi qu'une gestion de l'eau par grands bassins confiés à des agences spécialisées. » René SEUX (LEFEUVRE, 2011).

Depuis la première loi sur l'eau du 16 décembre 1964, la politique publique française de l'eau en France n'a cessé d'être modernisée et complétée pour répondre à ses enjeux fondamentaux: l'accès à l'eau potable pour tous, la prévention des risques liés à l'eau, la préservation des ressources, le développement durable des activités liées à l'eau et l'assurance d'une production

agro-alimentaire ayant des impacts limités sur le milieu [8].

La gestion actuelle de l'eau est basée à la fois sur la législation française et sur des directives européennes spécifiques. Ainsi, la réglementation française découle en grande partie de la Directive Cadre sur l'Eau (directive européenne, DCE), qui a été transposée dans le droit français par la loi du 21 avril 2004.

Actuellement, les fondements de la politique de l'eau sont issus de 3 lois :

//La loi sur l'eau du 16 décembre 1964

Elle a organisé la gestion décentralisée de l'eau par la mise en place notamment des agences de l'eau et de comités de bassins.

//La loi sur l'eau du 3 janvier 1992

Elle consacre l'eau comme « patrimoine commun de la Nation ». Elle a mis en place de nouveaux outils de la gestion de l'eau par bassin : le SAGE et le SDAGE.

//La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006

Elle a rénové le cadre global défini par les précédentes lois avec de nouvelles orientations. Dans le cadre de la DCE, elle vise à se donner les outils nécessaires pour atteindre en 2015 l'objectif de « bon état ». Elle cherche également à améliorer le service public et à moderniser l'organisation de la pêche. Enfin, elle tente de prendre en compte l'adaptation au changement climatique dans la gestion de la ressource en eau.

La LEMA apporte des modifications au code de l'environnement avec entre autre l'entretien des cours d'eau par des méthodes douces, l'assurance de leur continuité écologique et l'obligation d'un débit minimum imposé au droit des ouvrages hydrauliques [8].

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

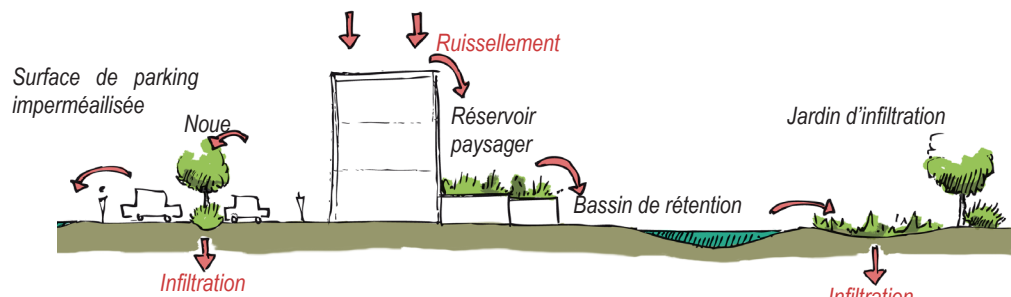


Figure 11 : Coupe de principe du fonctionnement de la chaîne des pluies d'orage. (source : E. Boutot)



Figure 12 : Photo du quartier Kronsberg, mettant en avant la présence forte des espaces inondables et humides (source : Le Moniteur, (VERAN C., 07/09/2007))



Figure 13 : Schéma de principe de la simulation de remplissage du bassin, projet Cité de la Saussaie, 2004 (Saint Denis). (source : Atelier S.Renaudie, LAFFRANCHI E., 10/2005)

2// Le cadre de la DCE pour les méthodes de gestion des crues et inondations

Nous venons de le voir, le cadre législatif européen est traduit à travers la DCE. Elle définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique sur le plan européen. L'objectif général est d'atteindre d'ici 2015 le « bon état » des différents milieux (eaux douces et côtières) avec pour grands principes :

- une gestion par bassin-versant
- la fixation d'objectifs par « masses d'eau »
- la planification d'une programmation avec une méthode spécifique et des échéances
- une analyse économique des modalités de tarification de l'eau
- une consultation du public dans le but de renforcer la transparence de la politique de l'eau.

La méthode de travail de la DCE est spécifique et s'applique à chaque bassin versant. Elle nous permet de mieux comprendre, à l'échelle du bassin-versant du projet que nous allons approfondir (le bassin Rhône-Méditerranée) les problématiques à traiter, les objectifs environnementaux et les mesures à adopter.

//Mesures adoptées

La première mesure à mettre en place selon la DCE pour réduire la vulnérabilité, quel que soit le bassin, est l'inventaire des risques naturels (PPRI, atlas des zones inondables). Ainsi, des centres nationaux de prévention des crues sont créés (le premier a été implanté à Toulouse en 2003). Au niveau du bassin Rhône et côtiers méditerranéens, les services d'annonce des crues (SAC) ont été regroupés en 5 services de prédiction rattachés à des services de l'État. Les PPRI et les appels à projets mis en place ont deux objectifs : inciter les maîtres d'ouvrages à faire de études à une échelle pertinente et promouvoir la réduction des aléas par la rétention dynamique des crues.

//Zone humide et zone d'expansion des crues

Il est alors clairement explicité dans les études de la DCE (LEDENVIC P., 2005) que l'efficacité des ouvrages lourds (digues ou barrages), malgré leur

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

impact immédiat sur l'écoulement des eaux et la diminution du risque, a des limites. Il est préconisé de reconsidérer les infrastructures naturelles que sont les zones humides, les zones d'expansion des crues qui permettent à la fois d'emmagasiner de grandes quantités d'eau au moment des crues, de favoriser l'alimentation en eau des écosystèmes annexes aux cours d'eau et de respecter leur équilibre naturel qui contribue aux processus de recyclage, d'épuration et de transit de l'eau.

Ces zones sont de véritables infrastructures naturelles qui jouent, grâce à leur végétation, un rôle primordial dans le piégeage des sédiments et la neutralisation de certains micro polluants (processus déjà largement exploité dans le domaine de l'assainissement).

L'évolution des pratiques, en lien avec l'application des mesures législatives, est très rapide et de nouveaux «outils» utilisables par les aménageurs du territoire afin de mieux gérer l'eau sont nombreux. Ils apportent des solutions concrètes à ces problématiques et peuvent alors être adaptés aux sites afin de jouer pleinement leur rôle. Ces pratiques sont déclinées en de nombreux concepts qui parfois se recoupent. Nous aborderons ici les deux concepts principaux qui proposent des solutions à la gestion des eaux pluviales pour l'un et à l'économie de la ressource en eau pour le second : le «Jardin de pluie» et le «Xeriscaping» (ou jardin sec).

3// Des nouveaux outils de gestion de l'eau

a. Les jardins de pluie ou l'art de capter, canaliser et valoriser les eaux pluviales

Parmi les propositions de la directive cadre sur l'eau pour une meilleure gestion des eaux de pluies on trouve notamment la mise en place de solutions «naturelles», à ciel ouvert. Cette volonté de repenser la conception que nous avons de la gestion des espaces publics (et privés) est relativement récente et correspond à une période où nos besoins en eau augmentent de façon spectaculaire alors que dans de nombreuses régions du monde son approvisionnement ne peut plus être garanti très longtemps.

Il est alors important de regarder au plus près les démarches nouvelles de

captation des eaux de pluies, de stockage et de ruissellement qui peuvent être mises en place dans nos projets de paysage.

Divers outils et méthodes sont envisageables et déclinables en fonction des besoins et du contexte mais une de leur composante reste invariable : ils favorisent un traitement de l'eau à ciel ouvert.

Un concept appelé «jardin de pluie», employé dans l'ouvrage 'Les jardins de pluie» (DUNNETT N., 2007), exprime de façon globale cette idée. Un jardin de pluie désigne à l'origine quelque chose de très spécifique : c'est une dépression plantée, créée pour récupérer, autant que possible, l'excès d'eaux de ruissellement d'une maison, d'un bâtiment ou de son environnement plus ou moins imperméable. Cependant, le terme est si évocateur que la définition adopte un champ beaucoup plus large qui couvre tous les éléments pouvant être utilisés pour capter, canaliser, détourner et utiliser au maximum la pluie qui tombe sur une propriété (fig. 11).

Le quartier de Kronsberg (Hanovre, Allemagne), développé à la fin des années 1990, s'est construit sur une armature paysagère très présente qui découle d'une gestion écologique des sols et des eaux pluviales (fig. 12). Il fait office d'exemple en matière d'aménagement pluviaux par la présence notamment de bassins de retenue formant des plans d'eau au pied des bâtiments, par la présence de fossés enherbés qui stockent et filtrent les eaux de pluie et surtout par une vision globale de l'aménagement en terme de gestion des eaux pluviales (VERAN C., 07/09/2007).

Nous allons en détailler ci-dessous quelques-uns des éléments pouvant être mis en place dans des projets d'aménagement publics impliqués dans cette démarche.

//Bassins de rétention et plaines d'expansion des crues

Les bassins de rétention sont des dépressions imperméables qui retiennent l'eau en permanence. Ils sont un des derniers éléments de la chaîne des pluies d'orage. Ils sont le dernier emplacement dans lequel les eaux de ruissellement se reposent. Une de leur fonction est la rétention des polluants.

Le niveau d'eau dans un bassin de rétention monte et descend régulièrement, ils imitent ainsi la dynamique des lacs naturels et des zones humides dans les-

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS



Figure 14 : Schéma d'évolution du projet Arkadien, 2011, à Winnenden, Allemagne (source : Atelier Dreisei, [9])

quels les niveaux d'eau ne sont généralement pas constants. Des simulations de remplissages de bassins créés par le projet de la Cité de la Saussaie (fig. 13) montrent la transformation d'un site en fonction des mouvements d'eau. Et tout comme ces milieux naturels, ils peuvent remplir la fonction d'habitat et de niche écologique en fonction de leur aménagement et des plantations installées dans et autour du bassin.

Certains bassins de rétention sont dits «secs» dans la mesure où ils s'assèchent dans les périodes de faibles pluies. Leur intérêt écologique porte alors plus sur les berges. La partie basse, sèche la plupart de l'année est alors fréquentable et peut être employée comme aire de jeu ou espace de détente par exemple. C'est en implantant des végétaux spécifiques adaptés à ces périodes d'inondations régulières que l'on peut dire que le bassin est une entité du jardin de pluie.

Le projet Arkadien (à Winnenden, Allemagne) proposé par l'atelier Dreisei [9] propose un aménagement incluant des bassins de rétention intégrés au parc paysager prenant notamment en compte la notion d'évolution d'emprise du bassin en fonction de l'importance des crues (décennales voir millénaires). Le concept est illustré schématiquement sur une de leurs productions graphiques (fig. 14).

La notion de zone d'expansion des crues est assez semblable dans la mesure où elle correspond à un équivalent au bassin de rétention naturel mais dans le contexte du lit majeur d'une rivière. C'est un espace, légèrement en cuvette, qui retient les eaux issues d'une rivière en crue, permet sa pénétration dans le sol et sa redistribution dans le lit principal une fois la crue passée. Zones de grande diversité biologique par la montée et la descente des eaux, elles ont pendant longtemps été supprimées au profit d'aménagements durs. Actuellement, avec les évolutions de la pensée que nous avons vues, elles sont recrées et revalorisées, à la fois dans un souci de biodiversité, mais aussi dans les démarches de gestion des inondations et des débordements de rivières.

//Noues et rivières sèches

Les noues sont des canaux plantés et des dépressions linéaires (fig. 15 - a). Elles stockent les eaux de ruissellement temporairement et les acheminent,



Figure 15 : (a) Coupe de principe d'une noue (b) photo référence d'une noue au parc Batignolles, Paris, octobre 2010. (source : E. Boutot)

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

réduisant le ruissellement global et le débit des précipitations faibles ou modérées. Elles ont un certain pouvoir de filtration des polluants.

Elles sont utiles pour stocker et fournir de l'eau à l'environnement immédiat. Elles sont une des solutions les plus efficaces pour préserver les ressources en eau dans les jardins, espaces urbains (voiries, centres commerciaux). Des plantations variées et adaptées freinent l'évaporation de l'eau et la dépollue en partie.

En fonction des besoins, une noue peut être soit herbeuse pour stimuler le flux d'eau ou plantée si au contraire on souhaite favoriser l'infiltration (fig. 15 - b).

Des traitement de noues comme des rivières sèches sont plus adaptés à des milieux dans lesquels les précipitations sont rares. Les parties partiellement inondables sont alors recouvertes de galets et de gravier de manière à favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement. Les noues peuvent alors être décorées d'empierrements de manière à permettre aux piétons de les traverser.

Ces techniques d'aménagement sont particulièrement bien adaptées aux jardins de pluie. La principale difficulté à la mise en place de ces deux éléments est le manque de disponibilité du terrain puisqu'une grande surface est nécessaire à leur bon fonctionnement. Il semble alors primordial de combiner en un même espace plusieurs fonctions comme c'est le cas du parc de l'Arkadien évoqué précédemment. Quels principes d'aménagement peuvent être envisagés dans le cadre de «jardins secs», économes en eau?

b. Les jardins secs et le concept de xeriscaping

Concept venu d'outre-Atlantique, il est mis en œuvre dans les zones climatiques très sèches, comme les zones désertiques et méditerranéennes du sud-ouest aride des États-Unis (WILLIAMS S. , 1997). Le xeriscaping est une alternative au paysage traditionnel avide d'eau.

Le mot lui-même de xeriscape (qui correspond aux notions de jardins secs, ou de jardins économes) est une combinaison du mot «Xeros» qui signifie «sec» en grec et de «landscape» pour «paysage» en anglais. L'objectif de cette approche écologique n'est pas de se restreindre à des jardins désertiques ou à

un quelconque style particulier, mais de proposer une nouvelle vision du jardin au sens général. C'est un concept qui propose des alternatives aux jardins et peut s'appliquer à toutes sortes d'espaces, du jardin de particulier à l'aménagement d'espaces publics de grande ampleur.

Parmi les principes les plus importants du xeriscaping on note que :

- le projet doit intégrer la volonté d'un jardin sec dès la phase de conception ;
- la palette végétale doit être adaptée au milieu ;
- le sol doit être travaillé en amont de manière à limiter les interventions plus tard ;
- les pelouses doivent être réduites au maximum car très demandeuses en eau ;
- l'irrigation, quand elle se fait, doit être adaptée et optimale afin de limiter le gaspillage;
- l'utilisation de paillage est préconisée.

Par conséquent, ce sont des jardins qui, au delà de l'économie en eau qu'ils induisent, apportent quantité d'autres avantages liés au temps passé à l'entretien : il n'y a plus (ou très peu) de pelouse à tondre, beaucoup moins d'adventices et pas de besoin en fertilisant, puisque les plantes choisies sont tolérantes à la sécheresse et aux conditions de vie dans lesquelles on les a implantées.



Figure 16 : (a) et (b) Photos du Domaine du Rayol, le jardin des méditerranées, Gilles Clément. (source : domainedu-Rayol.org)

1 L'EAU : PROBLÉMATIQUE ACTUELLE MAJEURE DES PROJETS URBAINS

Le choix de la palette végétale se fait parmi les plantes indigènes tout d'abord, qui offrent les meilleures résistances à des conditions parfois difficiles, mais pas seulement. De nombreuses plantes peuvent appartenir à cette famille, dans la mesure où elles ne sont pas invasives. Un des plus beaux exemples français se trouve au Jardin du Rayol (fig. 16 - a et b) qui met en scène les végétaux des climats méditerranéens [10].

La notion de xeriscape, combinée à l'approche des jardins de pluie constitue une approche environnementale sérieuse qui permet de réduire ou de supprimer la dépendance à l'irrigation dans les zones connaissant des pénuries d'eau régulières et, dans le même temps, d'introduire des éléments paysagers capables de gérer les périodes de fortes pluies qui, normalement, pourraient donner lieu à de fortes inondations.

C'est avec ces deux concepts que nous allons essayer de travailler au cours du projet.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

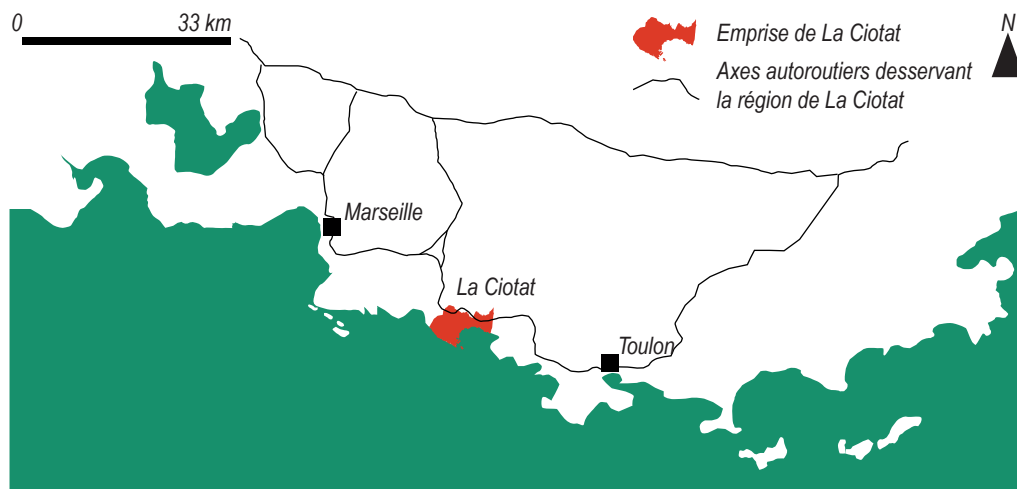


Figure 17 : Carte de localisation de La Ciotat, entre Marseille et Toulon et axes majeurs de circulation. (source : E.Boutot)

Le projet que nous allons étudier est un exemple typique de projet en région méditerranéenne: il combine en plus des contraintes et volontés propres à un projet urbain «classique» tout un panel de questions liées à une gestion très particulière de la ressource en eau.

Au travers de ce projet nous allons essayer de voir dans quelle mesure les concepts évoqués précédemment peuvent s'insérer dans un projet urbain et jusqu'où ils peuvent en faire partie intégrante.

A. CONTEXTE DU PROJET DU DOMAINE DE LA TOUR

1// Localisation du projet et contexte général de la demande

a. La Ciotat, ville portuaire au coeur du bassin méditerranéen

//Histoire

Commune française des Bouches du Rhône située entre Marseille et Toulon (fig. 17), La Ciotat est reconnue pour son histoire portuaire et par ses chantiers navals installés depuis le XVII^e siècle. Ils ont constitué le poumon économique de la cité jusqu'à leur fermeture au milieu des années 1980. C'est le tourisme qui a donné un nouvel essor à la ville, actuellement destination phare des touristes qui se rendent en Provence.

La ville cherche néanmoins à profiter de ses installations portuaires pour s'ériger en pôle de la haute plaisance. En 2006 a ainsi débuté la construction de ce qui devra être à terme le plus grand ascenseur à bateaux d'Europe.

//Climat

La Ciotat s'intègre parfaitement dans le climat méditerranéen typique tel que décrit précédemment. L'étude des données 2012 [11] montre que la cité bénéficie d'une durée exceptionnelle d'ensoleillement, avec plus de 3010 heures d'ensoleillement en 2012 (pour une moyenne nationale de 1990 heures), notamment grâce au mistral, qui souffle en moyenne 93 jours par an. Pour ce qui est des précipitations, elles se situent dans la fourchette méditerranéenne avec une moyenne de 525 mm par an. La température moyenne annuelle est de 15°C. En hiver, elle ne descend pratiquement jamais en dessous de 5 °C et

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR






- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | Le Cap Canaille et le Bec de l'Aigle |  | Limite physique visuelle |
| 2 | Le site urbain de La Ciotat |  | Limite de sous-unité de paysage |
| 3 | L'adret et le massif de Fontblanche |  | Emprise du Domaine de La Tour |
| 4 | Le plateau de Bégude | | |

Figure 18 : Schéma de la situation du Domaine de La Tour au coeur de La Ciotat et grands ensembles paysagers. (source : E.Boutot)

en été elle peut dépasser les 30 °C. Des données qui font du site de La Ciotat un parfait exemple représentatif du climat méditerranéen.

b. Origine et acteurs de la création d'un projet de parc urbain

La collectivité ciotadene a récemment exprimé un constat : la cité compte un retard important en matière d'équipements sportifs qui ne permet plus de satisfaire aux besoins des ciotadens.

L'évolution des pratiques et des pratiquants ne fait qu'aggraver la situation de déficit connue par la ville qui envisage alors la création d'une nouvelle aire sportive dédiée à la pratique sportive dite de loisirs. Au delà du cadre sportif traditionnel, c'est la volonté de concevoir un véritable parc urbain ouvert à tous et à la pratique de loisirs intergénérationnelle.

En novembre 2004, la Ville de La Ciotat a fait l'acquisition de l'ancien domaine agricole du «Domaine de la Tour». La volonté municipale est de développer au sein de ce site une véritable politique sportive qui s'inscrira dans la décennie à venir en offrant aux Ciotadens des lieux de pratiques adaptés. La carte de la fig.18 permet de localiser l'emprise du site dans la ville.

Le programme inclut un certain nombre d'infrastructures sportives impliquant des contraintes en termes de positionnement, de par leur large emprise au sol et les prescriptions d'orientation.

Le parc urbain de 7ha doit regrouper : un terrain de football à 7, un terrain de Beach-volley, une aire de jeux pour enfants, un parcours de santé, un city stade, un parcours botanique et des aires de pique-nique.

L'aménagement paysager dans lequel nous nous situons s'inscrit dans une vision globale du site en hiérarchisé en 3 phases distinctes (fig. 19) :

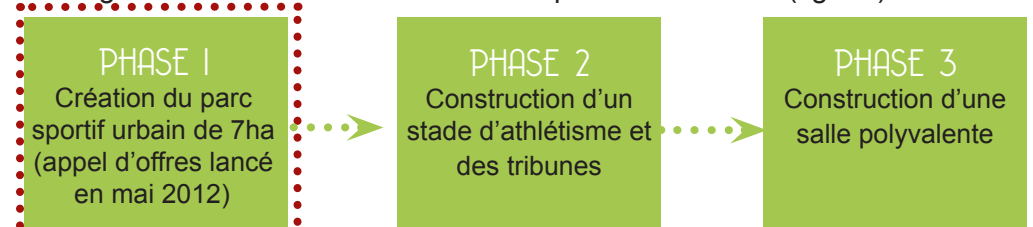


Figure 19 : Phasage du projet. (source : E.Boutot)

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

La mission de maîtrise d'oeuvre de Green Concept ne concerne que la phase 1 mais nécessite une vision globale de manière à anticiper les équipements des phases 2 et 3.

Il s'agit donc de concevoir les infrastructures au travers d'une démarche permettant d'intégrer au mieux le projet dans la ville. Il s'agit de créer un parc urbain arboré et paysagé mutualisant et rationalisant les espaces. Il est important de relever qu'au-delà de l'aspect sportif le site regroupe d'autres problématiques :

- La gestion de la topographie du domaine.
- La prise en compte des contraintes urbaines (PLU, PDU) et projets de ville.
- La gestion et la valorisation des eaux pluviales.

L'équipe montée par Green Concept (mandataire du groupement de maîtrise d'oeuvre), permettant de compléter son savoir-faire en aménagement paysager, comprend :

- SEBA Méditerranée | Bureau d'études VRD, eau et assainissement
- BGB architecture | ligne architecturale
- EXECO | économie de la construction
- Tecnic ingénierie | bureau d'études technique
- Patrick GRIGNON économiste | OPC (Ordonnance, Pilotage et Coordination)

Les rendus des différentes phases d'avancement du projet s'organisent de la manière suivante (fig. 20):



Figure 20 : Calendrier des premières phases du projet. (source : E.Boutot)

Plus personnellement, je me suis insérée dans le projet au cours de la phase d'études préliminaires, le temps de comprendre les enjeux et de cerner le cadre de la demande.

J'ai réellement pris part au projet en phase AVP et jusqu'en PRO (étapes encadrées en rouge dans les schéma ci-dessus). En plus de la réalisation de do-

cuments graphiques (plans masses techniques et plans d'ambiance, montage 3D de l'ensemble du site...), j'ai suivi la réflexion, avec entre autres le groupe SEBA, autour des choix sur la gestion des eaux de ruissellement. J'ai notamment réalisé le plan guide d'arrosage et fait le choix d'une palette végétale adaptée au site. Les éléments qui vont suivre sont issus de ce travail.

2// Un site inséré dans un paysage identitaire fort

a. Lignes de force du grand paysage

On le voit sur la fig. 18, la baie de La Ciotat forme un vaste croissant à cheval sur les Bouches-du-Rhône et le Var. La ville possède un emplacement stratégique vis-à-vis de la mer, en lien avec son histoire, mais elle est également très marquée par les reliefs hauts et pittoresques qui l'encadrent : face au large, ils dominent la mer en falaises vertigineuses.

Son paysage majestueux en amphithéâtre s'interrompt à l'Ouest par le triangle abrupt du Bec de l'Aigle et de son île jumelle (comme on peut le voir sur la photo) alors qu'à l'Est, les collines de la pointe du Défens plongent dans la mer. La Ciotat paraît blottie en pied de pente. Elle apparaît comme un fourmillement de maisons et d'immeubles entre montagne et cap, dominé par la verticalité des structures métalliques des grues de l'ancien chantier naval (CORDOLEANI C., 2007). Sur la page suivante, la fig. 21 montre la superposition des différentes states urbaines, hydrographiques, végétale et topographique à l'échelle de la ville de La Ciotat. On y distingue notamment l'enfermement de la ville au coeur de la montagne, et son insertion induite par le paysage qui l'encercle.

Les liens et les articulations entre les différentes entités paysagères dessinent les lignes de force du grand paysage :

- Une géomorphologie puissante
- Des paysages naturels contrastés
- Un paysage agraire résiduel

C'est alors au projet d'aménagement du Domaine de la Tour de tirer parti de ces lignes de force du paysage pour affirmer son identité et faire le lien entre les différentes entités.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

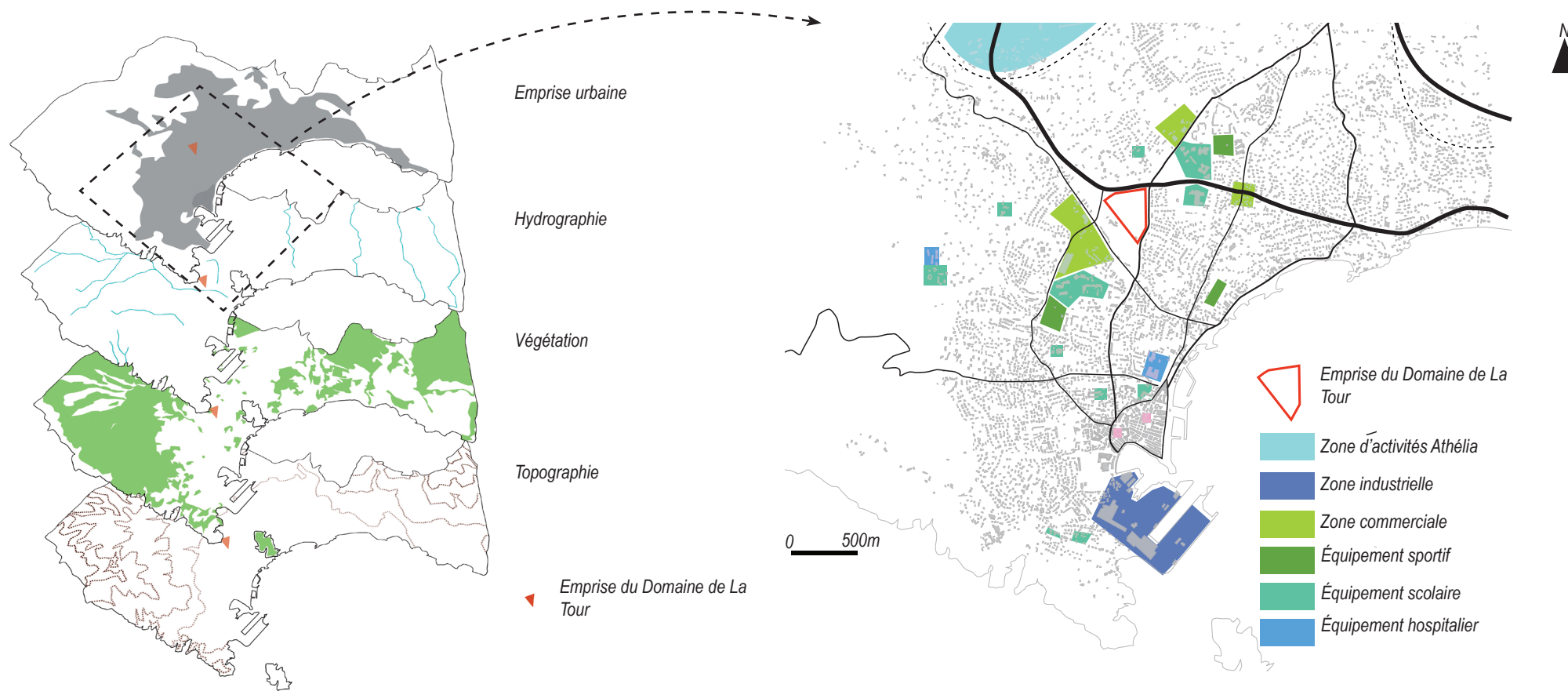


Figure 21 : Schéma des caractéristiques paysagères de la baie de La Ciotat. (source : E.Boutot)

Figure 22 : Plan du contexte urbain du Domaine de La Tour, circulations et occupation du sol. (source : E.Boutot)

b. Un emplacement clé au coeur de la ville de La Ciotat

En s'approchant plus précisément du futur parc urbain sportif, on relève sa situation centrale forte (fig. 22). Au cœur du réseau viaire de la ville, il se situe le long de la RD 559 (ou avenue Paul Rovarch), un axe majeur de La Ciotat reliant Toulon à Marseille. Au cœur d'un maillage dense, le Domaine de la Tour est entouré des axes de circulations principaux desservant et innervant la ville, ce qui fait du site une vitrine de la cité ciotadenne.

Le futur parc s'insère à l'interface de plusieurs quartiers qui manquent de conti-

nuités urbaines.

Remarque : au nord du site, la zone d'activité Athélia (plate forme d'activité créée au début des années 1990 dans le but d'apporter une solution de reconversion aux sites touchés par la fermeture des chantiers navals) est à l'origine du redimensionnement du réseau hydraulique du bassin versant. Accolée au périmètre d'étude, la résidence Solazur, construite en 2010, marque la première phase de l'aménagement du domaine. La parcelle du domaine restante est quant à elle une réserve foncière.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR



Figure 23 : Photo de l'alignement des oliviers centenaires, juin 2013. (source : E.Boutot)



Figure 24 : Photo de la ligne de végétation marquant le tracé du Vallat, juin 2013. (source : E.Boutot)



Figure 25 : Panorama du site montrant le point de vue sur le littoral et le Bec de l'Aigle, juin 2013. (source : E.Boutot)

3// Identité et caractéristiques du site

a. Une histoire forte qui laisse son empreinte sur le site

Situé sur une parcelle emblématique de la ville, il a pendant longtemps été le seul domaine viticole AOC de la ville de La Ciotat. Le Domaine et sa Bastide associée datent du XVII^e siècle. Les traces du passé agricole tels les alignements d'oliviers (fig. 23) et autres fruitiers ou le canal d'irrigation devenu partie du réseau d'évacuation des eaux de la ville (fig. 24) traduisent la forte empreinte laissée par le passé viticole.

Actuellement zone en friche, zone de dépôt de remblais et de déchets urbains, elle est seulement empruntée par les étudiants scolaires qui la traversent d'Est en Ouest quotidiennement (ANNEXE I).

b. Caractéristiques géomorphologiques du site

//Topographie

Le site s'inscrit dans un ensemble tourmenté géomorphologiquement. Il offre par l'orientation nord-sud naturelle du terrain, une vision ouverte sur le grand paysage qui ouvre de larges perspectives sur le littoral et le Bec de l'aigle (fig. 25).

La comparaison des plans topographiques entre 2005 et 2012 montre que le terrain a été fortement remanié. La parcelle agricole est une friche dont la qualité de la terre est très altérée.

Le terrain actuel est occupé par des remblais, une lande couverte de végétation rase, des bassins de rétention, une dépression à l'est du terrain de plus de 3 m de profondeur (emplacement d'un futur casino)

Le point le plus haut (32.30 m) se trouve au nord du site (fig. 26 sur la page suivante) et le point le plus bas (23.5 m) au sud et dicte l'écoulement des eaux au coeur du domaine.

//Hydrologie

Sur le site, le réseau hydrographique est peu développé. Le canal artificiel du Vallat de Roubaud traverse la parcelle du Nord au Sud. Aujourd'hui peu perceptible, il sert à la collecte des eaux pluviales. On note la présence de 2

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

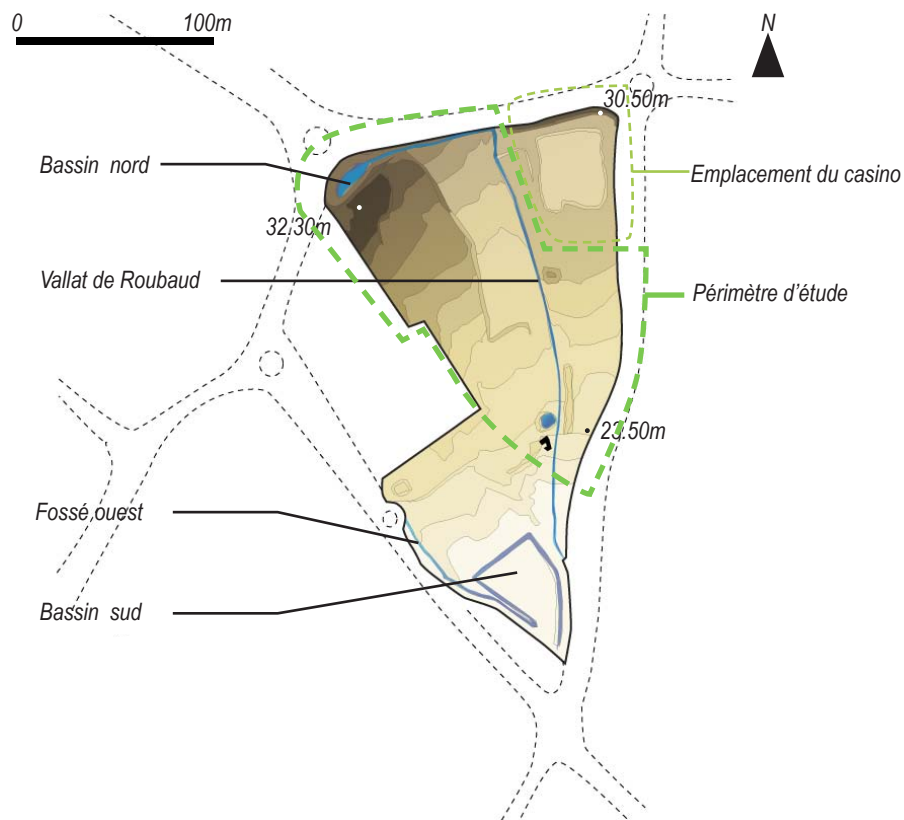


Figure 26 : Carte topographique du Domaine de La Tour et de localisation du Vallat. (source : Green Concept)

branches au Vallat de Roubaud en amont du site (ANNEXE II).

En amont de la parcelle, on le trouve sous la forme d'un canal en béton. Il assure une jonction hydraulique entre le bassin d'orage nord et le débouché du cadre sous l'avenue Rovarch sous la forme d'un ouvrage cadre 200x100. Il se poursuit au sud à travers le site d'étude sous la forme d'un fossé/canal ouvert peu profond encombré par la végétation (fig. 27).

On observe aussi la présence d'un autre fossé en limite ouest du terrain à proximité du rond point (branche route de Marseille) destiné à l'assainissement des eaux pluviales des surfaces commerciales de ce quartier et du lotissement Solazur.

Les bassins de rétention sur le site sont au nombre de 2 :

- au nord, un bassin de 500 à 700m³ qui collecte surtout les eaux pluviales de la bretelle Escota ;
- à l'extrémité sud ouest du terrain un bassin 6 000 m³.

//Géologie du site

Les sols primaires sont constitués de grès de la Ciotat et alluvions sédimentaires détaillé dans la fig. 28. Cette nature de roche quasi-imperméable nécessite de réfléchir au drainage des équipements sportifs.

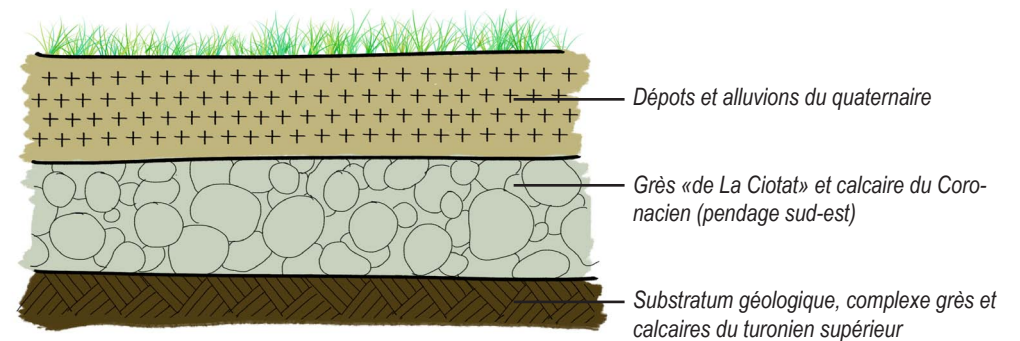


Figure 28 : Coupe géologique du site. (source : E.Boutot)

Cependant, les formations en présence laissent envisager l'existence de deux aquifères superficiels et superposés : la nappe alluviale circulant dans les formations de sables et de graviers du Quaternaire et un aquifère de type fissuré

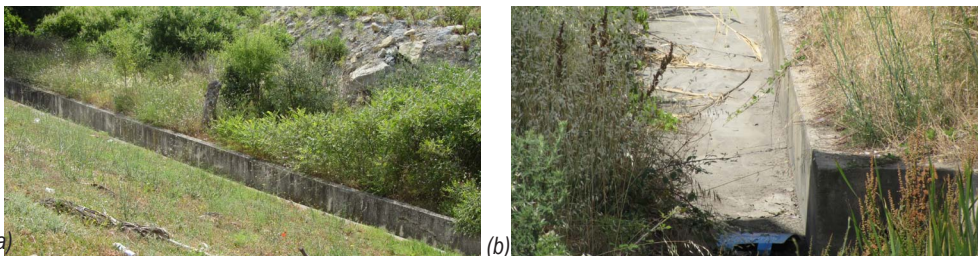


Figure 27 : (a) et (b) Photos de l'état actuel du vallat de Roubaud sur le site, juin 2013. (source : E.Boutot)

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

dans les calcaires fracturés du Coniacien sous-jacent (GERMAIN J.C., 2013). En outre la présence de nombreux relevés sur la banque de données du sous-sol, laisse penser à une certaine filtration des eaux du site par poches réparties de façon hétérogène sur le secteur.

c. Un risque naturel bien présent : le risque d'inondation

Le site d'étude est dans une zone soumise à PPR Inondation. Le PPRi par ruissellement et coulée de boue a été prescrit en 2007.

D'après le dossier d'information communale sur les risques majeurs, la parcelle n'est pas concernée par le risque d'inondation par ruissellement urbain. En revanche, elle est située en limite du risque inondation occasionné en aval par le bassin versant du Vallat de Roubaud (ANNEXE II).

Il sera alors important de choisir à la fois une végétation adaptée au climat et de penser l'aménagement en recréant des ambiances fraîches et abritées des vents dominants tout en considérant les risques naturels d'inondation et le ruissellement des eaux comme éléments majeurs de ce projet.

B. UN AMÉNAGEMENT AXÉ AUTOUR DE LA THÉMATIQUE DE L'EAU

L'eau dans le projet du Domaine de La Tour occupe une place très importante à la fois en termes d'inondabilité qu'en tant que ressource rare. Tellement importante qu'elle se trouve en parallèle d'autres questions essentielles du projet telles que l'identité à donner à ce futur parc, l'impact des franges urbaine en lien avec le site, ses accès et circulations ou même ses usages.

La réflexion autour de la thématique hydrique tend à devenir l'élément structurant du site à travers 3 axes : le réaménagement du Vallat de Roubaud, actuellement sous-dimensionné, la mise en place de bassins de rétention et la gestion des ressources en eau au travers d'une palette végétale adaptée au climat et d'une gestion différenciée des plantations et de l'arrosage.

1// Un réseau hydrologique et hydrique sous dimensionné

Une étude datant de 2010, réalisée par H2Géo environnement, évalue par

une modélisation hydrologique et hydraulique simplifiée les impacts de l'aménagement futur de l'ensemble du domaine de la Tour pour ne pas aggraver la situation en aval. Elle s'appuie sur la consultation des études précédentes :

- Etude DARAGON, 2000 avec pour objectif la mise en place d'une stratégie d'aménagement et de la gestion des risques de crue cohérente sur les Vallats de Bucelle et de Roubaud (mais qui ne précise aucun cadre législatif).
- Etude IPSAU, 2009 concernant l'aménagement de la ZAC Athélia au Nord s'intéressant plus particulièrement au domaine de La Tour en tenant en compte la capacité des ouvrages en aval de ce domaine

Dans les 3 études, la période de retour choisie est au minimum décennale. Chaque étude s'appuie sur la précédente avec un nouvel objectif de recherche, des systèmes de modélisation différents et des données de base qui varient. J'ai résumé les points clés de ces 3 études est résumé dans un tableau comparatif (ANNEXE III).

Cette variation dans le temps et dans les moyens mis en place implique forcément des incohérences entre chacune des méthodes mais aussi des éléments constants sur l'ensemble des études.

Dans le cadre de l'aménagement du domaine de La Tour on fait donc ressortir des études hydrologiques et hydrauliques des éléments clés pour le projet.

On note dans un premier temps que le principal point noir se situe sur la branche en aval du domaine de la Tour avec un sous dimensionnement du réseau (ANNEXE IV).

Il est donc proposé de travailler sur la capacité d'évacuation du site en recalibrant le réseau du domaine de la Tour, soit la cunette du Vallat de Roubaud qui devra être repris avec un profil équivalent à une section trapézoïdale 3x1.5x1m.

Avec cela, une rétention des eaux de ruissellement générées par l'aménagement du parc sportif doit être créée sur le site de manière à compenser l'impact de l'aménagement en termes de surplus de débit sur le Vallat de Roubaud.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

2// Un projet construit autour du Vallat qui valorise l'écoulement des eaux à ciel ouvert

a. Le redimensionnement doux du lit du Vallat

Les préconisations aux vues de la protection inondation des études précédentes incitent à agrandir fortement le lit du Vallat de manière à sécuriser les eaux d'écoulement du site en cas de pluie décennale. La cunette de béton (fig. 29 a.) s'élargit, l'étude H2Géo préconise une section trapézoïdale décrite sur la fig. 29 (b).

Cependant, aux vues des enjeux de préservation du milieu naturel sur le site, il me semble pertinent d'adopter un fonctionnement plus naturel. Les courbes du Vallat adoucies, végétalisées, il pourrait être le cœur d'un site qualitatif du point de vu environnemental. En mettant en place un système de berges douces (fig. 29 - c), on va retrouver diverses espèces végétales et animales, réparties en fonction de leurs besoins, plutôt en creux de Vallat, plutôt sur les berges etc.

En terme de gestion des milieux naturels, ce choix de dimensionnement ne semble pas poser de problème, puisqu'il ne pose pas de risque d'aggraver la situation, selon Mme Jung, du service Environnement Pôle Eau, Mission protection des milieux aquatiques - DDTM 13 -. Ce recalibrage de plus de 200m linéaires, ne nécessite alors qu'un dossier d'autorisation loi sur l'eau.

S'ajoute à l'aspect environnemental, un aspect paysager. C'est tout un site qui est métamorphosé : la cunette en béton devient une vaste noue aux lignes plus douces. Sec la plupart de l'année, il se transforme au cours des saisons et recrée un lien entre l'eau et les habitants, il devient traversable. Il est redonné aux Ciotadens comme espace qualitatif.

b. Modification du tracé actuel du Vallat de Roubaud

Actuellement, le tracé du Vallat de Roubaud est très linéaire. Cunette construite en béton sur un tracé d'irrigation des anciennes parcelles agricoles, son usage limité à un besoin technique en a fait un élément très artificiel et peu intégré dans son contexte.

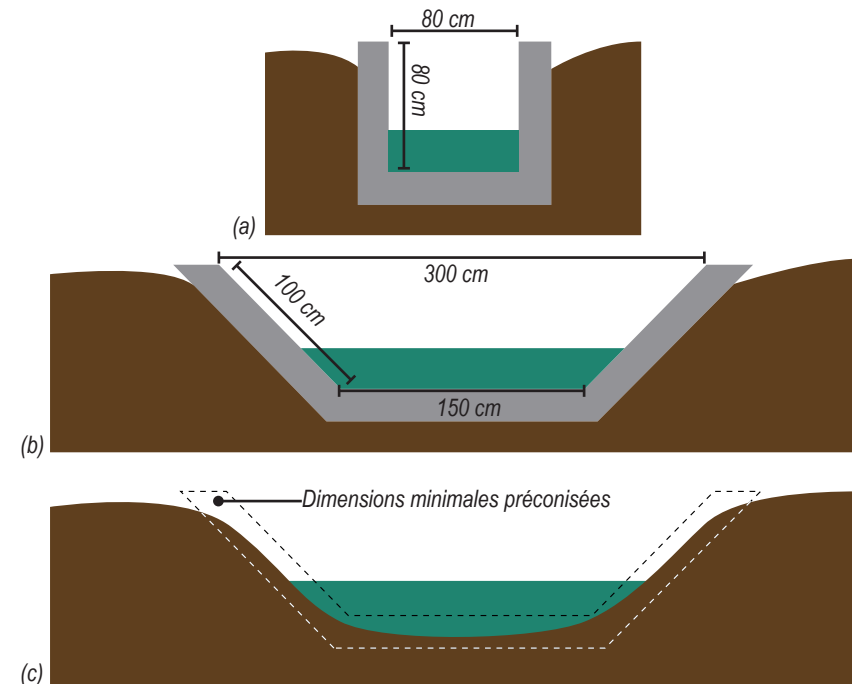


Figure 29 : Coupe de principe du lit du Vallat de Roubaud. (a) initial, (b) proposé par l'étude de H2Géo, (c) proposé pour le projet (source : E.Boutot)

De manière à intégrer pleinement le Vallat au cœur du projet et en faire un élément phare, j'envisage un tracé plus doux (fig. 30). De cunette béton au tracé rectiligne et direct, il devient un petit lit de rivière qui serpente doucement au centre du domaine et crée un lien entre les différents aménagements et retrouve par là un cheminement plus naturel. De la même manière qu'elle valide l'adaptation plus souple du profil du Vallat, Mme Jung confirme que la modification du tracé ne soulève pas d'enjeu sur le milieu naturel.

Ce recalibrage nécessite cependant un dossier d'autorisation loi sur l'eau devant intégrer l'évaluation d'incidence Natura 2000 (réalisé par un écologue mandaté fin août 2013)

En outre, la modification du profil en travers du Vallat est un des points les plus complexes de ce projet en hydraulique.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

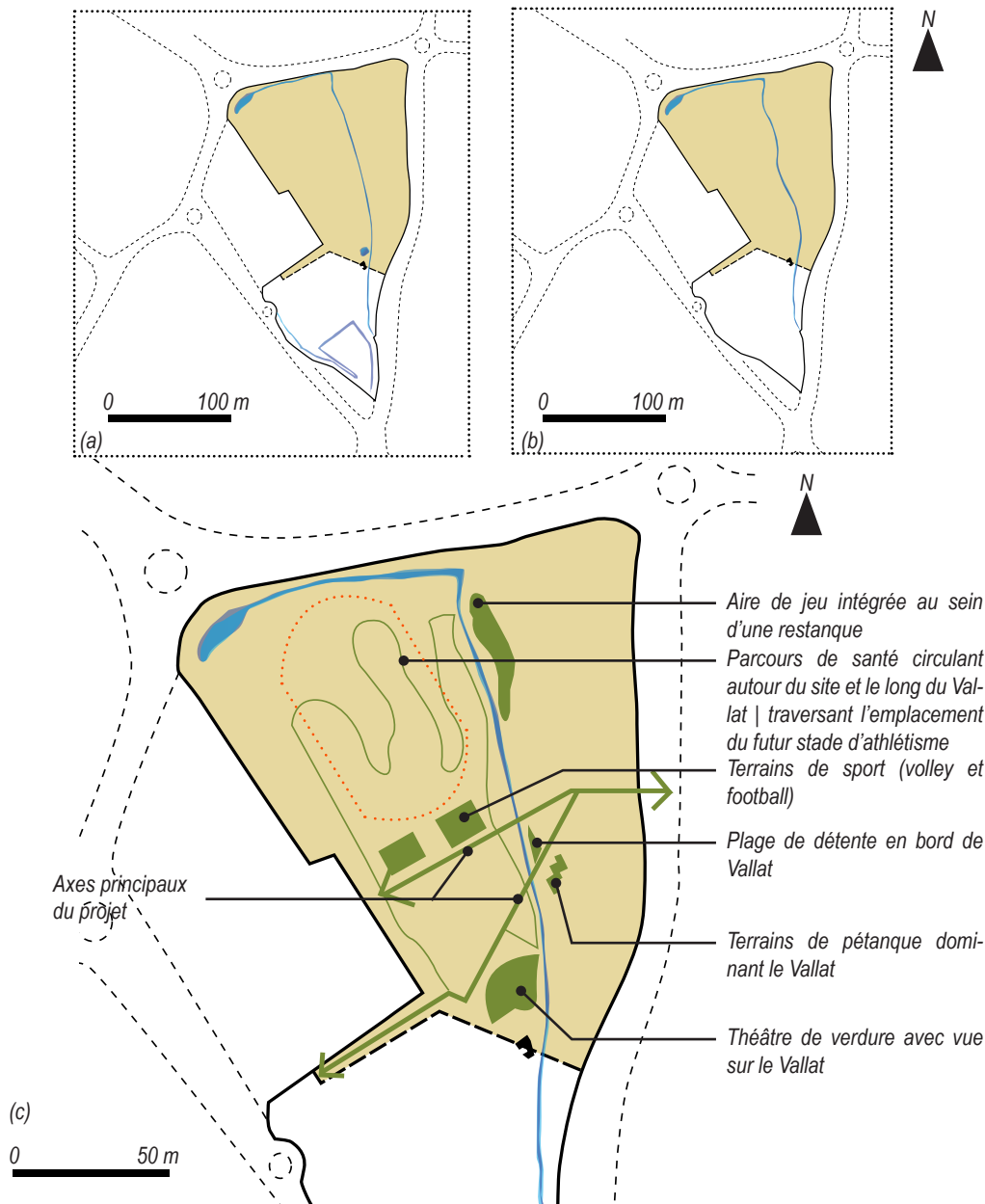


Figure 30 : Plan d'évolution du tracé du Vallat. (a) initial, (b) courbe proposée en premier lieu, (c) solution intermédiaire adoptée et intégration des éléments du projet. (source : E.Boutot)

Il est considéré comme un cours d'eau dans la réglementation, avec notamment un lit mineur bien identifié alors qu'il n'est qu'un parallélogramme en béton. Son fonctionnement hydraulique est assez mal contrôlé ni connu, d'autant plus que son régime d'écoulement est torrentiel.

Modifier le tracé du Vallat de Roubaud, c'est prendre des risques en matière de suivi d'écoulement des eaux.

Dans le contexte de l'aménagement du site, dans un premier temps, je décide d'adoucir le tracé mais en m'appuyant au maximum sur les tracés existants de manière à ne prendre aucun risque en matière d'écoulement des eaux de ruissellements. La topographie du site est modifiée au minimum pour ne pas perturber un fonctionnement existant déjà fonctionnel (ANNEXE VIII).

L'aménagement du Vallat de Roubaud tel qu'il est choisi essaie au mieux de faire un compromis entre volonté d'un site paysager qualitatif à ambition environnementale, et contraintes techniques en termes d'inondabilité, et de législation autour de la loi sur l'eau.

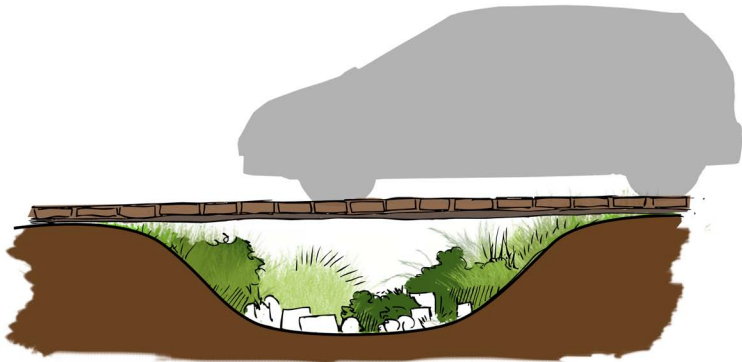
c. Un aménagement tourné autour de l'eau

La création d'espaces centrés sur le Vallat permet une appropriation du site par Les Ciotadens, «le Vallat leur est rendu».

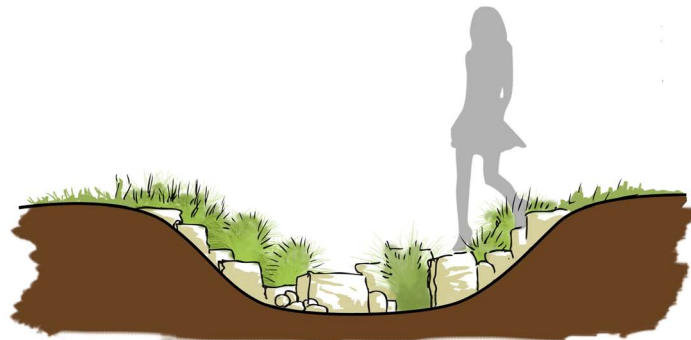
La création de restanques apporte une solution au cadrage du lit du Vallat en cas de débordement et ancre le projet dans sa région, et son histoire agricole. L'aire de jeux vient alors s'intégrer entièrement dans la topographie, le toboggan circule de restanque en restanque, et un cheminement doux, plus bas, circule le long du Vallat (fig. 33).

Un peu plus haut dans le site, c'est l'installation de grandes dalles qui offre aux visiteurs un espace de détente auprès du lit asséché. La ligne est cette fois-ci plus douce, le promeneur s'isole légèrement de l'esplanade centrale animée et s'offre une vue plus intime du Vallat (voir des images de références sur l'ANNEXE IX).

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR



(a) les espaces de traversées par les véhicules



b) les espaces de traversée piétonne



(c) les espaces non traversables au profil «naturel»

Figure 31 : Coupes de principe du vallat de Roubaud selon 3 emplacements clés. (source : E.Boutot)

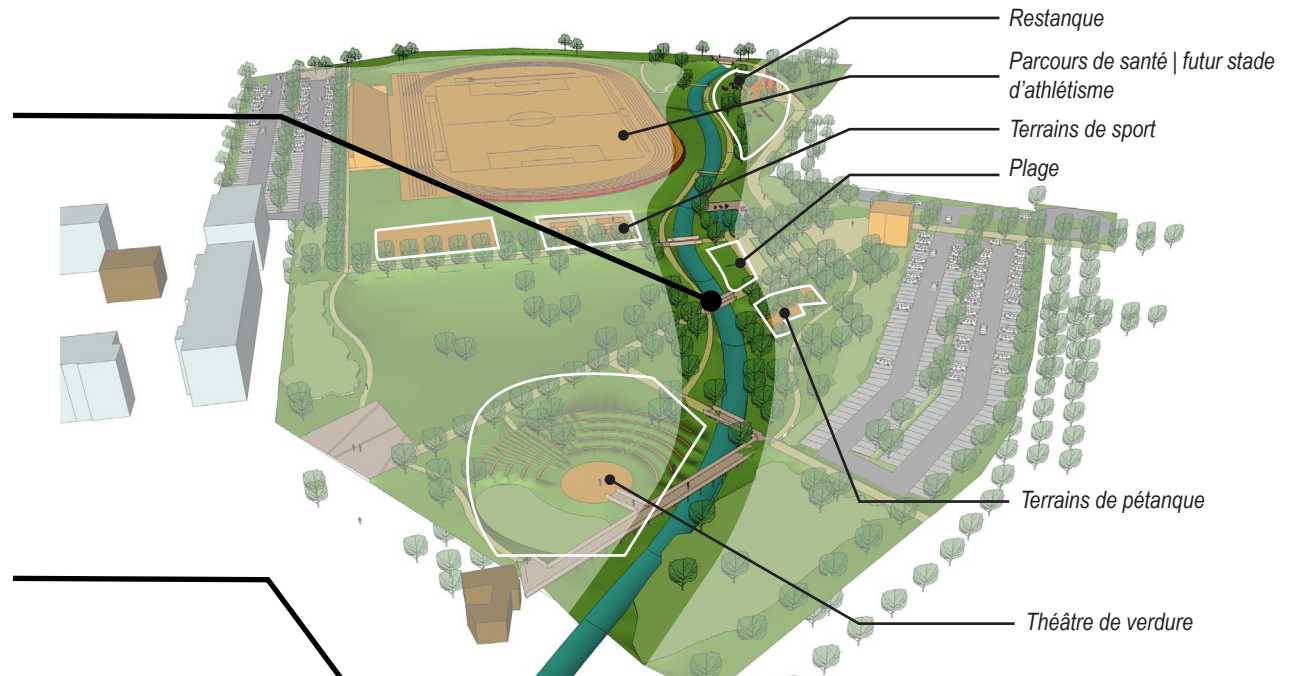


Figure 32 : Montage 3D du projet, localisation des éléments qui gravitent autour du Vallat. (source : E.Boutot)



Figure 33 : Perspective du projet au niveau du Vallat. (source : Green Concept)

Le chemin du parcours de santé qui court tout au long du site longe le Vallat et le traverse à plusieurs reprises au moyen de deux systèmes : des pontons carrossables (par les agents d'entretien ou les pompiers en cas de besoin) ou des traversées douces sur des galets (fig. 31).

L'ensemble de ces entités agencées autour du Vallat de Roubaud est identifiable sur le montage 3D de la fig. 32.

3// La création de bassins de rétention/jardins de pluie, pour une gestion des épisodes pluvieux exceptionnels

a. Des volumes à intégrer au projet pour la gestion des eaux de ruissellement

Le diagnostic des études hydrologiques et hydrauliques montre que les eaux de ruissellement en amont du site sont récupérées en aval par un bassin d'orage. En outre lors de l'aménagement de la zone Athélia en 2007 (fig. 22), l'écoulement de ces eaux a été pris en compte et ne comporte aucun risque de débordement sur la zone en amont du Domaine de La Tour.

Les aménagements autour du site (la zone commerciale carrefour à l'ouest et la résidence Solazur notamment) sont actuellement gérés par le bassin de 6300m³ au sud du domaine (à l'extérieur du périmètre d'étude).

Le périmètre de travail n'est donc pas directement impacté par un risque d'inondation en amont. En revanche, il est important de considérer l'encombrement du réseau en aval du site. L'étude H2Géo identifie un point dur au niveau du raccordement des deux branches (branche Athélia et Aval) du fait du sous dimensionnement du réseau. En cas de débordement, on retrouve alors des dommages au point dur et l'eau remonte au-delà des niveaux habituels (ANNEXE IV)

L'installation d'infrastructures sur le domaine implique la création de surfaces imperméables et donc une augmentation des eaux de ruissellement. Il est donc nécessaire de compenser sur le site ces surfaces et des cheminements. L'aménagement du stade d'athlétisme, des tribunes, de la salle polyvalente mais aussi des cheminements génèrent un volume de 1700m³.

Ainsi, pour compenser à la fois le bassin aval et les infrastructures du projet, les volumes à dégager dans le parc sont estimés à 1700m³ en bassins de rétention.

b. Dépollution des eaux de ruissellement

La création d'une surface de stationnement à l'est du périmètre provoque, au delà de la surface imperméabilisée qui accentue le ruissellement, décharge de polluants ; ce qui oblige la mise en place d'un système d'assainissement pluvial.

L'étude d'HGM environnement commanditée par la ville de La Ciotat, réalisée en 2012 sur le site, préconise l'installation de séparateurs à hydrocarbures. Or, ce système lourd (et coûteux en entretien) est adapté à la prise en charge de pollutions accidentelles.

Ce que je propose dans le cadre du projet, grâce aux études de SEBA méditerranéenne, est la mise en place d'un système de décantation plus spécifique à la prise en charge de pollutions chroniques (en accord avec les préconisations du sage, des objectifs qualitatifs des eaux de rejet dans la baie et avec la volonté du maître d'ouvrage). La DDTM a bien validé ce choix et nous permet alors de l'insérer dans le projet.

La mise en place d'un décanteur permet principalement l'élimination des matières en suspension. Le principe est de limiter la vitesse horizontale au profit de la vitesse verticale pour favoriser la chute des particules. En fonction de leur taille on parle de dessablage (pour les particules grossières, supérieures à 200-250 µm) ou de décantation (rétention de particules minérales ou organiques les plus fines, supérieures à 50µm) [13].

Ainsi, la mise en place de volumes suffisants, permet le stockage des eaux de ruissellement du parking et leur décantation avant infiltration et redistribution dans le réseau. Le volume estimé dans notre cas est de 520m³ pour une surface de parking de 2 000m².

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

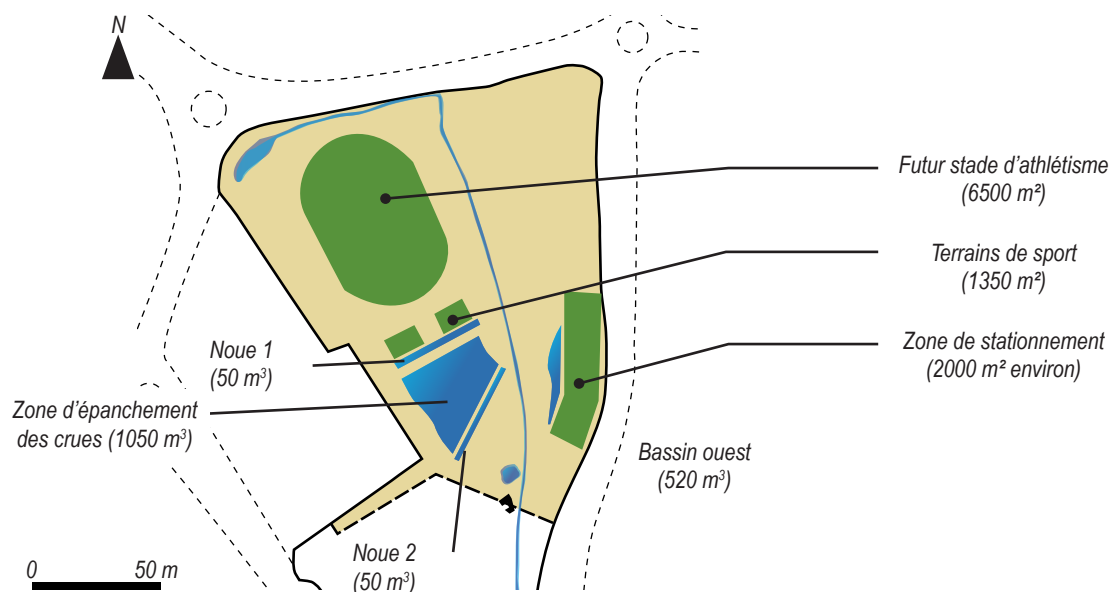


Figure 34 : Plan d'intégration des éléments de rétention au sein du projet. (source : E.Boutot)

c. Aménagement proposé dans le cadre du projet

Dès les prémices de l'aménagement du Domaine de La Tour, l'accent a été mis sur l'importance de la gestion pluviale comme composante paysagère du futur parc.

Les volumes de rétentions sont ainsi répartis en plusieurs sous volumes de manière à les intégrer dans le site et à ce que l'ensemble des eaux du site soient récupérées (fig. 34 et 35).

D'un volume total de 1700m³, l'ensemble de ces structures suffit de manière sécuritaire à canaliser, stocker et filtrer les eaux issues d'événements pluvieux non seulement à T10 (soit période de retour de 10 ans) comme préconisé dans l'étude de H2Géo mais T30 comme souhaité par la maîtrise d'ouvrage, pour sécuriser en plus le centre ville (ANNEXE VII).



Figure 35 : Montage 3D du projet, localisation des éléments de rétention au sein du projet. (source : E.Boutot)

On note également que l'étude des besoins du site a permis la substitution du terrain de football proposé dans le programme initial par une grande prairie d'évolution couverte de graminées et vivaces sauvages. Elle permet d'intégrer un grand bassin de rétention dans le projet et d'insuffler un vrai volume au sein du site. De parc sportif le projet devient parc paysager sans pour autant perdre de ses fonctions essentielles.

Je propose trois grands aménagements relatifs à la gestion des eaux pluviales dans le projet :

- Situé de manière stratégique au cœur du parc, la prairie d'évolution est à la fois un espace ouvert, un espace de respiration au sein du site et un volume considérable (1050 m³) de stockage et d'infiltration des eaux de pluie en cas de grands événements pluvieux

De pente douce, il permet, en plus de sa fonction première de stockage des eaux de ruissellement, de favoriser le développement de plantes marginales

tout en assurant une certaine mesure de sécurité vis-à-vis des enfants. Dans le cas où le bassin se charge en eau, il sera plus facile de nager ou de marcher sur le bord (même si le site, surveillé par un gardien, sera fermé en cas de fortes pluies).

- Deux longues noues captent les eaux depuis les terrains de sport et les redirigent lentement vers le Vallat. Elles sont couvertes de sable et de galets dans le fond de manière à favoriser l'infiltration dans un sol en grès peu perméable.

- Un bassin de rétention en longueur est consacré à la récupération des eaux issues du parking à l'est du projet. Il est le seul à capter des eaux polluées issues des voitures en stationnement, il fait l'objet d'un système d'assainissement.

On l'a vu, dans la plupart des bassins naturels classiques, le niveau d'eau monte et descend. Il reste en permanence un faible volume d'eau en fond de bassin.

Le cadre de ce projet est plus particulier : situé en région méditerranéenne, il est très rare que le site soit en eau. Au printemps, été et automne, ce n'est le cas que très ponctuellement lors de fortes pluies. La période hivernale étant la plus humide, on peut alors avoir une certaine saturation des sols, essentiellement sur la portion du futur casino qui se situe hors du périmètre de notre projet.

Au sein du projet, le système étant dimensionné pour évacuer les eaux en moins de 24h, l'eau ne devrait pas stagner. Le lit du Vallat comme les divers bassins de rétention seront la grande majorité de l'année à sec. Il est alors important d'étudier la végétation des bassins de manière à l'adapter à ce régime de sécheresse.

Ces solutions proposées pour l'intégration des système de rétention, d'infiltration et d'évacuation des eaux pluviales permettent de hiérarchiser les éléments au sein du site, à leur organisation. De ces choix découle en grande partie le plan masse général proposé en phase AVP (ANNEXE VI).

C. GESTION DIFFÉRENCIÉE DES EAUX D'ARROSAGE

Dès les prémices du projet, il a été précisé l'importance à accorder à une économie d'eau. Que ce soit pour des raisons économiques ou environnementales de gestion de la ressource, cette volonté est cohérente avec le cadre du projet tel que nous l'avons vu.

1// Établissement d'un plan guide de gestion des eaux d'arrosage

a. Plan de gestion différenciée des plantations

// Pourquoi?

Dans le cadre de ce projet, nous avons à gérer une grande parcelle de 7ha dont chaque portion est dédiée à une fonction particulière, définitive ou temporaire (comme l'emplacement de la future piste d'athlétisme par exemple). Il est alors important d'adapter la palette végétale aux fonctions qu'occupera l'emplacement et aux usages qui en découleront.

// Comment faire le choix ?

Ainsi, à l'entrée, la zone d'accueil du public est plus particulièrement valorisée. Elle nécessite un choix de plantes plus fin, plus qualitatif et plus dense. Cette zone est assez demandeuse en entretien et en eau. A contrario, la zone d'épanchement des crues, qui est également plantée, n'est pas destinée à être aussi fréquentée ni observée autant en détail. Sa surface est également plus grande. On peut alors imaginer sur cet emplacement un aménagement plus extensif, moins demandeur en eau et en entretien. Cet espace devient en outre un espace accueillant en matière de biodiversité.

Il est cependant important de noter que le public n'est pas forcément sensibilisé à de tels choix dans les aménagements publics. Une prairie dans un parc urbain, même fauchée périodiquement, est parfois perçue comme un espace non entretenu, abandonné. Il est alors important dans ces cas là de sensibiliser le public et d'expliquer les raisons qui poussent à la mise en place de ces choix de végétalisation alternatifs.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

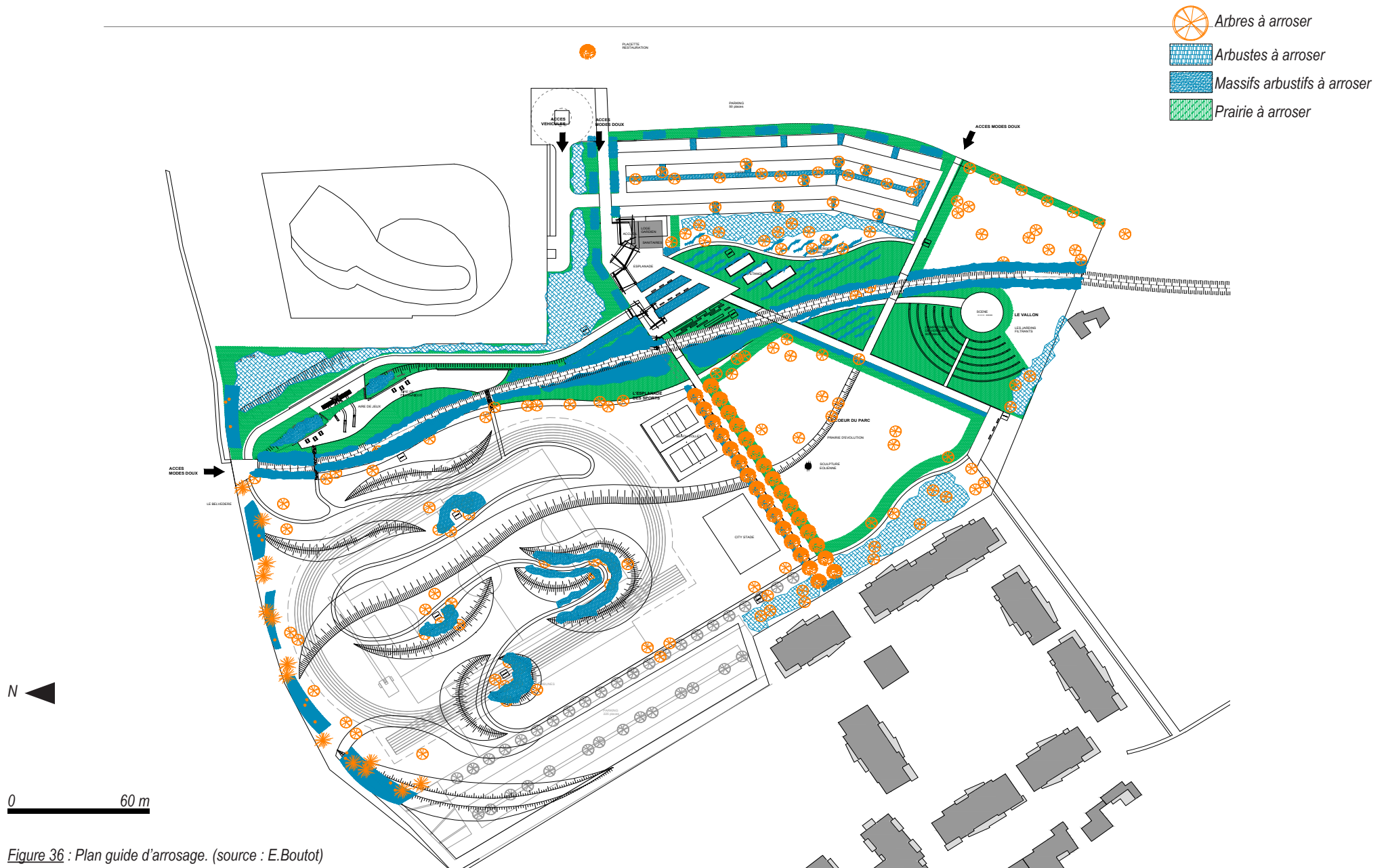


Figure 36 : Plan guide d'arrosage. (source : E.Boutot)

b. Mise en place d'un réseau d'arrosage

//Quel arrosage pour quelle partie ?

La micro-irrigation

C'est une méthode d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau en petites quantités, exactement celle dont la plante a besoin. Cette eau est versée une à deux fois par jour, dans le volume de terre exploré par les racines. Avec ce système, l'eau est distribuée avec précision, ce qui limite grandement les pertes.

Parmi les méthodes existantes (micro-aspersion, tuyaux microporeux,...), nous allons opter pour celle du goutte-à-goutte. Elle permet d'apporter l'eau à la plante sans ruissellement ni arrosage sur le feuillage. Dans notre situation, le sol est limoneux, et par conséquent la diffusion de l'eau devra se faire surtout latéralement et les goutteurs seront à 5/10 cm de chaque plante.

C'est un choix d'irrigation qui convient très bien à une grande partie des plantations du projet, que ce soit des arbres, arbustes ou vivaces, en fonction du nombre de goutteur, chaque élément peut en effet être arrosé selon ses besoins.

L'arrosage par asperseurs

Plus remise en question à cause des pertes en eau importantes qu'il génère, l'arrosage au moyen d'asperseur reste la méthode la plus efficace pour arroser de grandes surfaces très demandeuses en eau telles qu'un gazon. Des progrès sont faits en matière de gestion des pertes d'eau liées aux variations de pression ou au phénomène de brumisation (qui ne garantit pas que l'eau atteigne l'emplacement voulu). Des clapets sont également conçus pour empêcher l'eau de sortir des arroseurs situés en points bas et limiter l'inondation de certains végétaux. Très présent à La Ciotat, le vent, plus particulièrement le Mistral pose la question de l'emploi d'asperseurs. Lorsqu'il est trop fort, il suspend leur usage, à cause notamment des pertes causées. Leur implantation sur le site est par conséquent problématique.

Ainsi, à partir de ces deux méthodes, j'ai pu créer un plan d'arrosage distinguant 4 catégories : les massifs à arrosage goutte à goutte, les arbres isolés à arrosage goutte à goutte et les espaces de prairie nécessitant des asperseurs et les espaces ne nécessitant pas d'arrosage (fig 36).

//Calculs de la consommation en eau estimée

L'arrosage sur le site se fera principalement les deux premières années d'installation, temps nécessaire à la reprise de la végétation. Au-delà de cette période, un arrosage ponctuel pourra être mis en place.

Au moyen de données de référence de consommation d'eau par un arbre, un arbuste et 1 m² de prairie et les surfaces déterminées sur le plan d'arrosage, la quantité d'arrosage a été quantifiée et mesurée.

Je calcule la consommation par périmètre de travail et par type de plantation. On obtient au total une consommation de 17 900 m³ par an, soit 180 m³ quotidiens (ANNEXE V).

À ce stade du projet, ces chiffres sont donnés seulement à titre indicatif de manière à estimer au mieux les besoins du projet et à l'adapter en fonction. Il est important de noter également qu'ils sont estimés à la hausse dans la mesure où l'on étudie uniquement les besoins des deux premières années et que les données fournies ne sont pas spécifiques aux plantes et au climat méditerranéen.

En fonction de ces besoins calculés, le plan est emmené à évoluer vers une consommation moindre, en ciblant les espaces les plus consommateurs.

//Alimentation en eau

Deux possibilités s'offrent alors dans le choix de la source d'alimentation en eau : l'eau potable du réseau ou l'eau de forage de la nappe phréatique.

Les études sur la deuxième possibilité sur le site montrent qu'il suffirait de creuser à 150 m de profondeur pour obtenir l'eau. L'opération aurait un coût de 10 000€ environ. Il reste à vérifier cependant l'importance du débit disponible.

En l'état actuel des études, un débit de 7 m³ min est espéré. Des essais sont à faire pour avoir une confirmation de ces données. L'entreprise 'Sanary forage' s'en chargera et nous permettra d'avoir une idée plus précise de la présence et de la capacité de l'aquifère à cet endroit.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR



Figure 3Z : Plan masse du projet. (source E.Boutot)

2// Le choix d'une palette végétale adaptée

Après le choix des zones de plantation, il faut détailler les essences végétales à mettre en place.

Le plan de plantation choisi s'insère pleinement dans le parti d'aménagement. Je cherche à restituer le projet dans son contexte et qu'il soit une fenêtre du milieu méditerranéen. Le plan de la fig 37 distingue 3 entités caractéristiques du climat méditerranéen : la garrigue, les plaines agricoles et le vallon humide.

- La garrigue est une formation végétale en constante évolution d'une richesse faunistique et floristique reconnue. Plus située vers l'intérieur des terres elle peut-être soumise, une fois son évolution vers le stade ligneux atteint, à des feux de forêt et doit être surveillée.
- Les plaines agricoles du Var et des Bouches du Rhône sont dominées par deux productions majeures que sont la vigne et les fleurs. D'autres cultures, moins présentes de nos jours sont encore emblématiques de la région, notamment la culture de l'olivier, le figuier ou l'amandier.
- Le vallon humide évoque les zones humides de la région, je pense notamment à la zone humide dite du Roubaud (couvrant 150 ha autour de Hyères à 60km de La Ciotat, partageant le même nom que notre vallon), une des dernières zones humides d'eau douce du département et héberge une flore et une faune spécifique et fragile.

A l'échelle du projet, le parti pris est de retrouver cette diversité paysagère et de la représenter au travers du parti d'aménagement. Au nord du site, sur le point haut, on trouve des restanques et la plaine de jeu entourés d'une végétation type garrigue ; le cœur du domaine, essence de l'histoire agricole du site et plaine de jeux, on découvre une plaine agricole ; le sud du site quand à lui, plus humide (en cours d'étude environnementale afin de déterminer s'il est déterminé ou non comme véritable zone humide) se fera le reflet des zones humides régionales.

Entre ces 3 espaces serpentent le Vallat de Roubaud et les noues avec leur végétation particulière.

Il été vu précédemment, le climat est méditerranéen, chaud et sec, les plantes

sont soumises à une forte évapotranspiration. De plus, le bilan de la consommation en eau est assez élevé. Choisir des plantes peu demandeuses, dites «sobres» permet alors de réelles économies en eau.

La région méditerranéenne possédant une gamme très large de plantes adaptées, il est alors possible de se limiter au mieux à cette palette pour le choix des végétaux du projet et de réduire au maximum la consommation en eau par le choix de végétaux adaptés.

En outre, le projet comporte des espaces caractéristiques des jardins de pluie et donc soumis à des périodes d'immersion. Le nombre de plantes qui convient aux jardins de pluie et autres dispositifs d'infiltration est immense et il est relativement simple de décrire des plantes de milieux humides et d'environnements aquatiques.

Cependant, un jardin de pluie n'est ni humide ni sec, il oscille entre les deux périodiquement. Cet effet est d'autant plus marqué sur notre territoire méditerranéen pour lequel les prairies inondable et le lit du Vallat seront pendant de très longues périodes à sec et ponctuellement inondées.

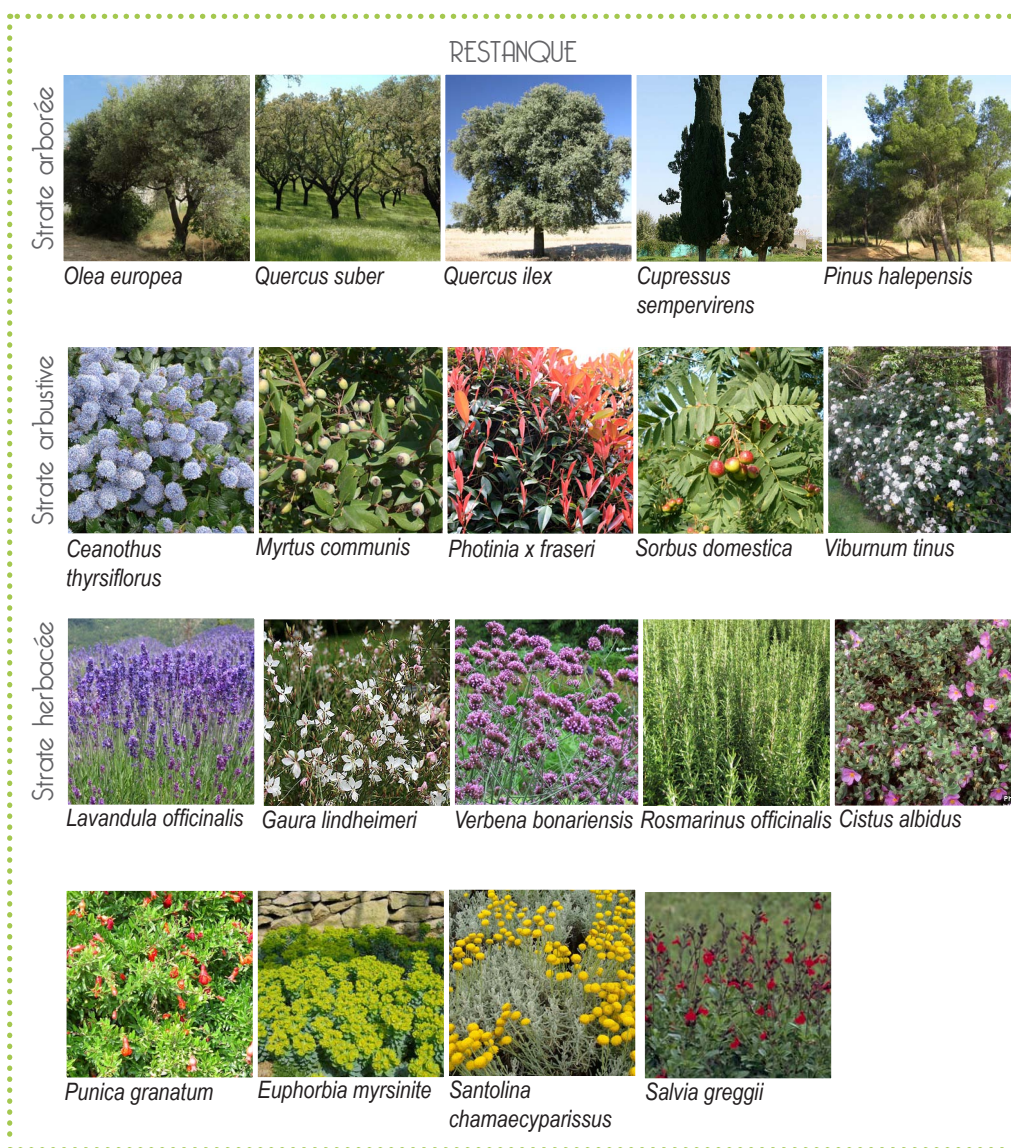
Si quelques plantes des milieux humides supportent des périodes de sécheresse temporaires, les plantes méditerranéennes (qui on l'avantage d'être locales, particulièrement bien adaptées à un climat chaud et sec et peu demandeuse en eau) ne supportent pas l'excès d'eau.

Ainsi, en fonction des profils, différents types de plantes seront choisies pour le projet, des plantes de milieux humides mais tolérant de longues périodes de sécheresses dans les zones inondées le plus fréquemment, et des variétés plus locales et moins demandeuses en eau, sur les portions plus en hauteur très rarement inondées, permettant la fixation des berges.

Il est quand même important de noter que les espaces seront plus souvent soumis à des épisodes prolongés de sécheresse qu'à des épisodes pluvieux.

Dans cette partie, je présente un extrait de la future palette végétale selon les entités décrites précédemment.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR



a. La garrigue et les restanques agricoles

Représentatives de l'identité locale comme élément structurant du paysage, les restanques agricoles s'appuient sur la topographie naturelle du terrain pour dessiner des terrasses agricoles. Construites par nos ancêtres, elles sont peu à peu abandonnées et recolonisées par la végétation locale. Elles s'intègrent dans le projet au nord du site, sur la partie haute jusqu'au Vallat de Roubaud. Elles sont composées d'une végétation propre à la garrigue : formations végétales adaptées à la sécheresse composées en fonction de leur évolution de prairies, d'arbustes et d'arbres tiges.

Caractérisée par son évolution constante, la garrigue se transforme selon une dynamique de conquête végétale qui commence au stade de roche nue, et d'un paysage peuplé de lichens et d'herbacées jusqu'au stade forestier dominé par les chênes verts et les plantes de sous bois. Entre les deux, les proportions de prairies sèches et ligneux s'inversent en passant par des paysages variés.

Je cherche à créer une palette (fig. 38) qui respecte les formations naturelles et rassemble en un même site les 3 strates végétales.

Sur les grandes surfaces ouvertes (le futur emplacement du stade d'athlétisme par exemple) on retrouve une prairie sèche composée d'essences locales. Des arbustes type genévrier, romarin, lavande ou thym forment des massifs qui structurent les aménagements, que ce soit au niveau des restanques ou de modelés de terrain sur l'emplacement du futur stade. Enfin, des arbres endémiques tels que le chêne vert, le chêne kermès, le chêne blanc ou le pin d'Alep ponctuent le site et lui donne une dimension définitivement méditerranéenne. La présence d'oliviers et de cyprès que l'on retrouve aussi dans l'ensemble du parc, vont créer un lien entre les différentes entités et vont structurer les formations végétales.

Figure 38 : Ensemble de photos de la palette végétale. (source : banque de données Green Concept)

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR



Figure 38 : Ensemble de photos de la palette végétale. (source : banque de données Green Concept)

b. Les plaines agricoles

Elles se décomposent sur différents sites du projet. Le cœur de la plaine correspond à un parcours botanique situé à l'ouest du projet. On y retrouve des alignements de vignes et un verger fruitier composé d'essences locales (figuier, amandier, etc.) la plus part étant présente antérieurement sur le domaine. On trouve au sol une prairie particulièrement fleurie et adaptée au climat méditerranéen qui pourra évoluer en cours de la saison et changer en fonction des années.

A l'entrée du site, on découvre de manière plus symbolique «le massif des arômes», espace ludique et pédagogique, il met en valeur les propriétés olfactives de la région. On y retrouve un ensemble de variétés locales connues et plus surprenantes parmi lesquelles lavandes, basilics, fenouils et autres éléments odorants.

Plus spécifiques et comportant des espèces plus fragiles, cet espace situé en entrée du site nécessite plus d'attention, plus d'entretien mais aussi plus d'arrosage.

La plaine d'expansion des crues, le cœur du projet, est travaillée au plus simple. Composée d'une prairie fleurie, l'objectif est de favoriser le développement des plantes herbacées endémiques spontanées. Le sol étant particulièrement endommagé par les remblais et les dépôts successifs sur le site, il est nécessaire d'ensemencer le sol avec un mélange de graine résistant à la sécheresse (des producteurs comme le grainier Girerd se spécialisent sur les milieux méditerranéens et proposent des mélanges adaptés). Les bordures sont parsemées d'espèces arbustives et herbacées adaptées au maintien des talus.

Les bassins de rétention quant à eux seront ensemencés de mélanges adaptés à des variations d'hygrométrie, avec des mélanges de plantes adaptées aux milieux secs et aux milieux humides.

2 EAU ET AMÉNAGEMENT DU PARC URBAIN SPORTIF DU DOMAINE DE LA TOUR

c. Le vallon humide

Au sud du site, le sol est plus humide et amène à penser que le développement de plantes de milieu humides sera favorable. A côté du théâtre de verdure, un espace légèrement en cuvette permet d'accueillir ce type de végétation. Plus fragile et plus demandeuse en eau, elle se répartit le long de la pente en fonction des besoins en eau et de la profondeur nécessaire à leur développement. Contrairement aux palettes précédentes, celle-ci ne rassemble pas que des espèces locales et indigènes.

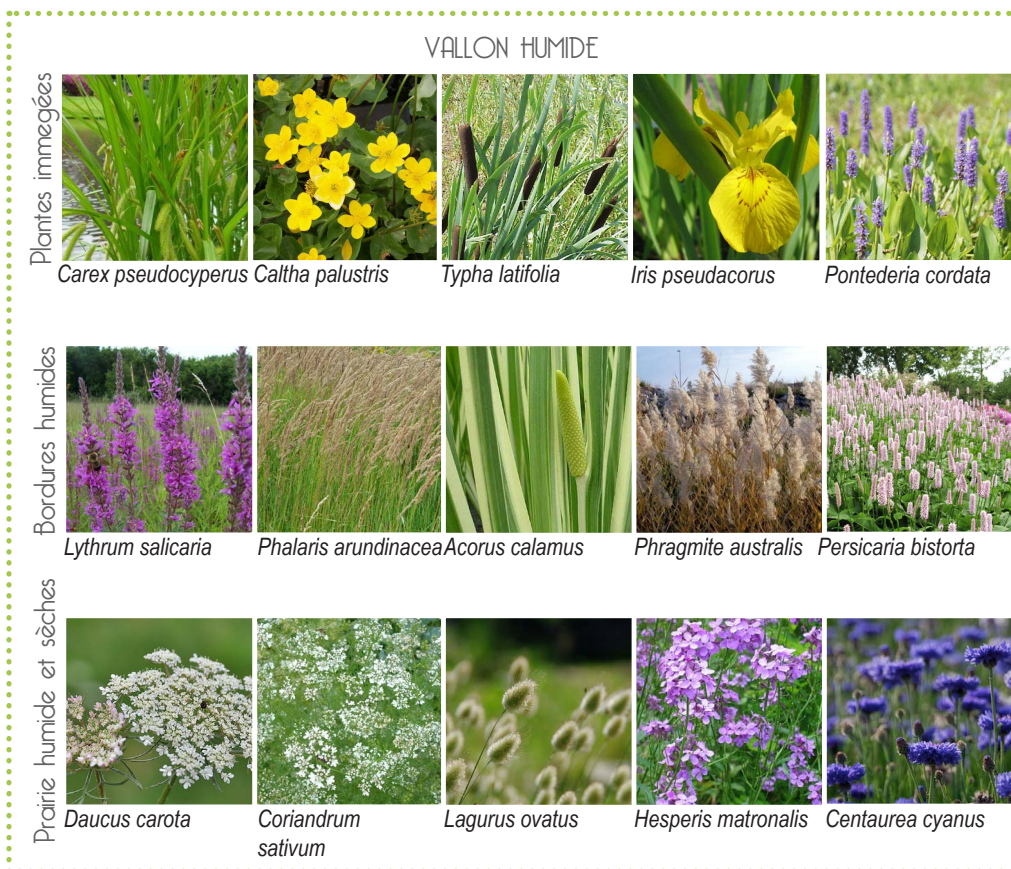


Figure 38 : Ensemble de photos de la palette végétale. (source : banque de données Green Concept)

d. Le fil conducteur : le Vallat et ses petits affluents

Le Vallat de Roubaud, grande noue sèche, et les plus petites noues qui l'irriguent traversent l'ensemble du site et récoltent les eaux de pluies lors d'événements pluvieux, ils favorisent leur pénétration dans le sol et leur écoulement. Comme on l'a vu précédemment, les noues sont constituées d'une zone au fond composée majoritairement d'enrochements et de quelques plantes herbacées et vivaces qui tolèrent une inondation périodique et d'une zone de bordure composée de plantes méditerranéennes particulièrement adaptées à la fixation des berges (semblables à celles de la palette présentée pour les berges de la plaine d'expansion des crues). L'image de la noue devrait être proche de celle de Maubec (fig. 39).



Figure 39 : Noue sèche à Maubec, Isère, (source : E. Boutot)



3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

A. UN PROJET PORTEUR EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU

1// Prise en compte de la problématique dès les prémices du projet

Dès l'élaboration du programme, la volonté du MOe mène le projet vers une réflexion positive en matière de gestion de l'eau. Le désir de rentrer dans le cadre législatif et d'assurer à la commune une réelle sécurité en matière d'inondation a poussé à prendre en compte la thématique très tôt dans la conception. Ces initiatives ont mené à la création d'une équipe pluridisciplinaire complète, apte à répondre à tous ces aspects dans le projet de conception.

2// Un cadre qui permet la mise en place de solutions de gestion de l'eau

Chose rare en matière d'aménagement, la surface consacrée au projet est importante : 7ha. Surface suffisante pour la création de bassins de rétention, de zone d'épanchement des crues et d'autres aménagements pluviaux nécessitant beaucoup d'espace.

Des choix aménagements ont également été possibles et ont pu orienter d'autant plus la conception de ce projet autour de l'eau. Ainsi, la suppression du terrain de foot prévu initialement a pu se faire au profit de la prairie d'expansion des crues. D'autre part, le théâtre de verdure et les espaces inondables qui l'entourent ont su trouver leur place au sein du projet, pour lui apporter une nouvelle dimension.

La volonté et la mise en oeuvre d'une économie des dépenses en eau et d'une gestion différenciée du site ont également lancé le programme dans la démarche de gestion de l'eau.

3// Un aménagement qui met en avant la problématique de la gestion de l'eau et en fait un élément porteur du projet

//Des acteurs impliqués

Nous l'avons vu, beaucoup d'attention est portée à cette thématique. Cet intérêt s'est traduit par plusieurs comités techniques centrés sur la problématiques des milieux naturels et de l'hydrauliques ou l'implication des acteurs clés tels que la DDTM13 et le mandat d'un écologue certifié.

//Un aménagement sécuritaire

L'aménagement conçu est sécuritaires en matière d'inondabilité, la période de retour choisie est supérieure à celle qui était préconisée par les études hydrauliques et offre une protection pour période de retour T=30 ans sur le site qui protège aussi le centre ville.

//Un retour à l'eau

Le projet ne fait pas que traiter la problématique, il la valorise et la met en avant et en fait un élément structurant du projet. Au delà de l'approche technique, hydraulicienne, environnementale et économique, il y a une réelle intégration de la gestion de l'eau au coeur du projet paysager.

B. DES CONTRAINTES DIVERSES QUI ÉLOIGNENT LE PROJET D'UNE DÉMARCHE ENVIRONNEMENTALE IDÉALE

Certes, le projet est très porteur en matière de gestion de l'eau, il n'est reste pas moins que ce projet n'est pas encore idéal. Certains éléments limitent le projet dans cette démarche et l'empêchent d'aller jusqu'au bout de cette idée.

1// Demandes contradictoires avec le contexte

a. En lien avec les individus

Nous venons de le voir, le programme du projet du Domaine de La Tour est ambitieux. Cependant, la volonté des différents acteurs du projet (dans la MOe) ne sont pas toujours en accord avec les principes de la conception. Les propo-

3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

sitions en lien avec la protection de l'environnement passent souvent derrière le désir de réduction des budgets par exemple. C'est alors au concepteur de trouver les arguments qui peuvent toucher chacun des acteurs du projet pour atteindre les objectifs fixés initialement.

b. Liées à la gestion du temps

Avec l'approche des élections municipales de 2014, le désir de commencer «le premier coup de pelle» en février est extrêmement fort, ce qui crée une vraie pression au sein de l'équipe. Le travail doit être fait dans une échelle de temps impartie et relativement courte étant donnée l'ampleur du projet et pousse à mettre de côté certains détails au risque de commettre des erreurs.

A cela s'ajoute le temps imparti lié aux démarches administratives (en particulier loi sur l'eau) qui ajoute une grande incertitude sur les marges de manoeuvre de l'équipe. Ainsi, le dossier loi sur l'eau étant déposé en juillet, le mandat de l'écologue faisant effet mi Août, la validation se fera dans un délais de 3 à 4 mois. Ce qui fait qu'en décembre le moindre contre-temps ou la non-validité du dossier risque de décaler la date d'ouverture du chantier et de provoquer une pression supplémentaire à l'accélération du processus.

2// Études hydrauliques et hydrologiques contradictoires et difficilement interprétables

Une des difficultés importantes que j'ai rencontré dans le projet a été la synthèse des données hydrauliques, hydrologiques et géologiques existantes. Ces données de bases sont contradictoires, chaque étude met en doute ce qu'a fait la première (choix du bassin de rétention, méthode d'analyse et d'interprétation) et rend le choix d'aménagement compliqué. Par mesure de précaution, la taille des bassins et les choix des aménagements sont sécuritaires, mais avec plus de précision, le projet aurait été plus fin.

Cependant, des doutes restent sur l'aménagement futur. Quelle sera sa réaction une fois mis en place ? La plaine d'expansion des crues sera-elle à sec ou un fond d'eau permanent empêchera-t-il l'usage de cette espace comme plaine de jeu ? Les incertitudes en matière de structure du sol ne permettent pas une réponse précise à ce sujet.

3// Des habitudes ancrées, difficiles à remettre en question

«Un jardin c'est vert», «un espace public doit avoir une belle pelouse bien grasse», «Un prairie ce n'est pas propre», sont des phrases qu'on entend fréquemment et qui sont difficiles à bousculer. Or, la volonté des élus de satisfaire l'opinion publique peut limiter les initiatives nouvelles et se fait parfois au détriment de nouvelles démarches environnementales.

Un projet de jardin sec est différent des jardins classiques mais s'intègre plus à la région. C'est un non-sens de vouloir avoir une pelouse à La Ciotat quand l'eau est rare et que de nombreuses espèces sont acclimatées et peuvent très bien jouer un beau rôle dans le projet. Il est alors indispensable de prendre le temps d'expliquer aux usagers les choix qui sont fait et de les mener à terme même si cela oblige à prendre des risques et à contrarier certains riverains.

Ainsi, il est difficile de faire accepter qu'une pelouse jaunisse en été, que certains espaces soient agrémentés de prairies aux aspects sauvages, etc. Il est quand même important de préciser que même si ces idées sont difficiles à accepter, elle sont de plus en plus tolérées par l'opinion publique et sont de plus en plus observées dans les projets paysagers (tels les exemples cités en 1^{ère} partie du mémoire).

C. PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS ET RÉFLEXIONS AUTOUR DU PROJET

Le projet tel qu'il a été fait comporte un maximum de mesures envisageables selon le cadre et la volonté du commanditaire. Cependant, cette partie me permet d'aller au delà du cadre concret de ce projet et d'entamer des discussions autour du sujet et de proposer des solutions qui permettraient d'aller encore plus loin en matière de gestion de l'eau.

1// Améliorations concernant l'écoulement des eaux de ruissellement

a. Étude plus approfondie des risques hydrauliques

Nous l'avons vu, les études hydrauliques manquent de précision. L'avis d'un expert hydraulicien ou une étude approfondie menée par SEBA donnerait une

3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

idée plus précise des besoins réels en matières de volumétrie.

Une modélisation 3D du cours du Vallat de Roubaud permettrait ainsi d'évaluer au mieux les impacts d'un nouveau tracé plus doux, réduisant le débit en cas de fortes pluies et favorisant le développement de la biodiversité. Ce type d'étude offrirait donc l'assurance de la faisabilité d'un nouveau tracé tel que présenté précédemment.

b. Mise en place d'un système de récupération des eaux de pluie

Actuellement, les eaux de ruissellement résultant des fortes pluies s'écoulent au sein des différents aménagements et intègrent soit le réseau, soit la nappe phréatique.

Il pourrait être intéressant d'imaginer un système de récupération des eaux pluviales afin d'irriguer les surfaces végétalisées par la suite. Or, il est important de noter que ce site ne peut pas fonctionner exactement comme la chaîne des pluies d'orages décrites précédemment. Les périodes de pluies sont brutales et courtes, un problème de temporalité se pose. Il faut alors être en capacité de stocker une importante quantité d'eau en une très courte période. Un stockage dans des cuves ou dans des réservoirs sous chaussée est alors envisageable mais très onéreux.

Il est alors important d'étudier si le volume apporté par les pluies est suffisamment significatif pour l'arrosage des 7 ha et mérite un tel investissement.

c. Renforcement de la dépollution des sols par phytoépuration

L'épuration des eaux de ruissellement du parking telle qu'elle est conçue dans le projet propose une simple décantation. Or, des méthodes complémentaires de phytoépuration peuvent être mises en place et avoir de nombreux atouts.

Les pépinières Daniel SOUPE se spécialisent dans ce domaine et font avancer la recherche. Elles ont remporté un appel à projets du ministère de l'écologie et travaillent depuis 3 ans en lien avec la Société d'Innovation Végétale (SINNOVEG). Ils étudient le fonctionnement général de la phytoremédiation notamment pour mettre en avant des espèces efficaces en terme de filtration autres que les phragmites et herbacées.

Cette technique permet de piéger les métaux lourds (on parle alors plutôt des méthodes de phytostabilisation et de phytoextraction) ou les polluants organiques et chimiques (phytodégradation).

Dans notre cas, nous cherchons à filtrer des polluants de type hydrocarbures (donc d'origine organique) qui seront rejetés en faibles quantités mais de façon chronique. Les plantes dites «filtrantes» peuvent donc de manière efficace absorber ces déchets dans la mesure où une sélection de variétés vigoureuses et développant une importante rhizosphère est faite.

Au delà de l'action racinaire, Daniel SOUPE m'explique que les recherches avancent en matière de mycorhization, processus faisant entrer en jeu l'action symbiotique de champignons avec le système racinaire qui favorise la dégradation des polluants organiques.

La méthode de phytoépuration décrite par SOUPE se décompose en 4 points :

- la collecte des eaux de ruissellement ;
- la filtration de ces eaux ;
- le traitement des filtrats ;
- l'utilisation des végétaux pour la dégradation et la séquestration des polluants.

Les ouvrages sont organisés en 3 bacs comme le montre la fig. 40 sur la page suivante.

Le bac le plus profond se compose de galets et matériaux de rétention d'eau (type copeaux de pneus) aux propriétés cavernes et possédant une porosité suffisante. Un trop plein permet l'évacuation des eaux excédentes. En surface, il est nécessaire d'avoir une structure légère et drainante. La terre végétale (piège à bactéries limitant l'action désirée) est remplacée par des paillages comme le BRF ou la pouzzolane.

En étudiant avec Daniel SOUPE le projet précis du Domaine de La Tour, il ressort que la présence des bassins de rétention ou de noues peut être négative pour l'action épuratrice. En effet, les surfaces de rétention ont tendance à favoriser les dépôts sédimentaires pollués qui rendent leur dégradation lente et difficile. Dans le cas de pollution aux métaux lourds, on arrive jusqu'à des extrêmes où la pollution n'est plus supportée par les plantes et nécessite des travaux lourds (et coûteux) d'incinération des surfaces polluées.

3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

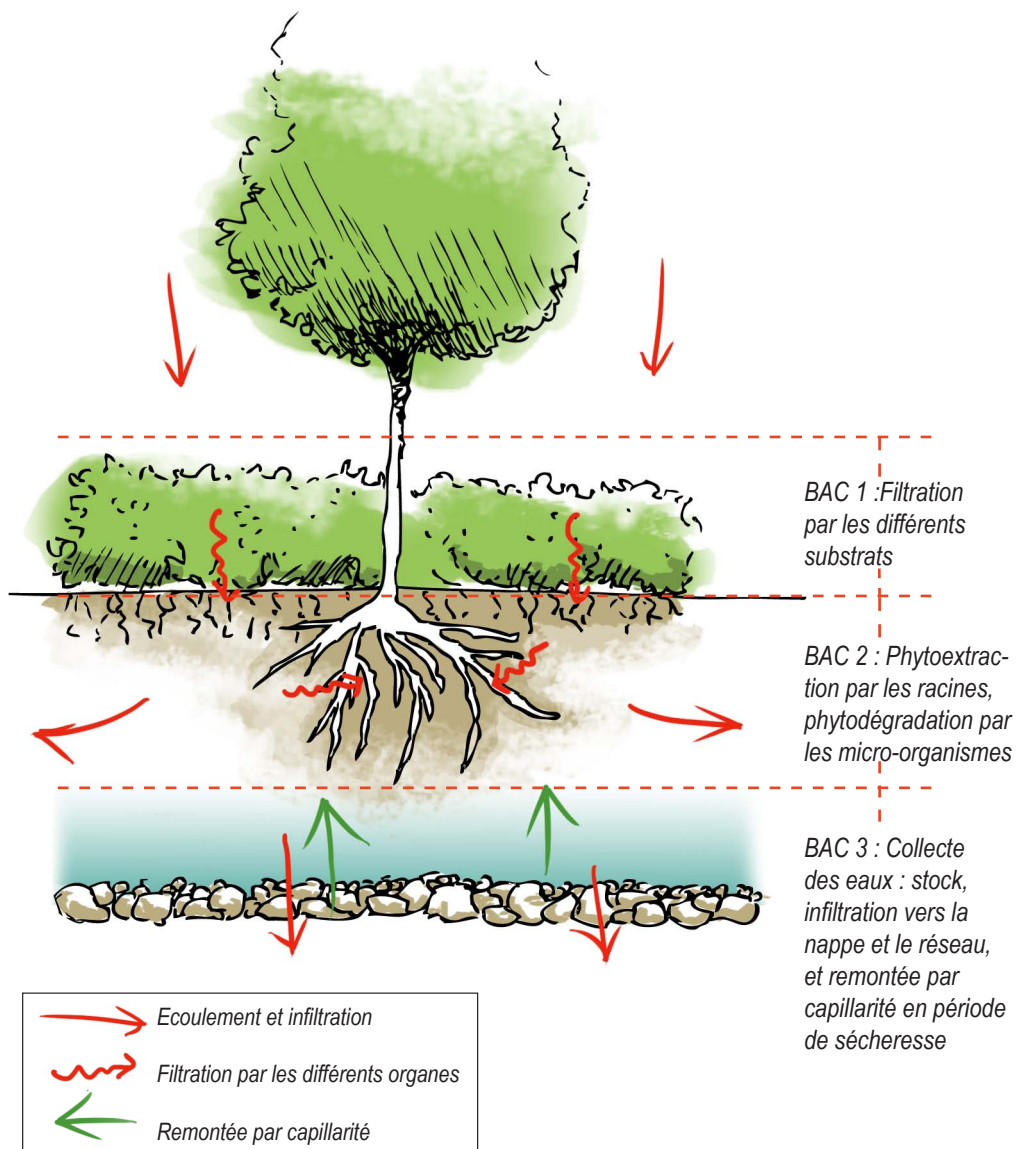


Figure 40 : Schéma simplifié du fonctionnement de la phytoépuration (source : E. Boutot à partir de données des pépinières Soupe)

En adaptant spécifiquement la solution de phytoépuration au bassin ouest du parc, la solution serait de consacrer une surface suffisante aux plantations dédiées à la phytoépuration en amont du bassin. La surface disponible étant relativement importante, cette proposition est envisageable.

Il reste alors à déterminer la surface exacte à réserver et proposer une palette végétale adaptée à la phytoépuration et au climat du site. La palette associée à la garrigue telle qu'elle est décrite dans la partie 2 n'emploie pas vraiment d'essences intéressantes en matière de phytoépuration. Cependant, des essences telles que l'Eleagnus, le Sureau ou le Pittosporum, qui s'adaptent très bien en climat méditerranéen, pourraient être envisagées et implantées sur le site. Des études plus approfondies permettront de déterminer une palette végétale complète qui s'intègre entièrement dans le projet.

Cette méthode de phytoépuration appliquée au bassin de rétention récupérant les eaux de ruissellement de la zone de stationnement peut s'intégrer pleinement dans le projet, apporter une plu-value environnementale et esthétique sans impliquer un coût trop important.

2// Propositions autour de l'économie de la ressource en eau

a. Un calcul plus précis des consommations en eau des plantes méditerranéennes

Les calculs de consommation sont basés sur des chiffres classiques, pour une région lambda.

Adapter la feuille de calcul au climat méditerranéen et aux plantes locales qui consomment moins permettrait d'éviter un apport trop important en eau qui, non seulement pose problème en matière de gaspillage mais peut s'avérer mauvais pour les plantes peu demandeuses en eau. Des mesures liées à l'EPT des plantes méditerranéennes au comportement spécifiques réduirait les écarts en terme de quantité consommé quotidiennement. Cependant, les modèles existant pour le calculer restent trop complexes et ne permettent pas encore de prendre en compte les particularités des plantes méditerranéennes.

3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

b. Une irrigation plus adaptée à la végétation

//Un arrosage manuel, localisé pour un développement des racines en profondeur

Le choix d'arrosage mis en place est à la fois pratique et fonctionnel dans la mesure où il limite au maximum le gaspillage de l'eau et nécessite peu de main d'oeuvre.

Cependant, la méthode du goutte à goutte pose un problème important dans cette région : il ne permet pas aux plantes de développer des racines en profondeur.

En effet, l'arrosage goutte à goutte est un arrosage léger en surface et relativement fréquent. Les racines se développent en surface et sont alors plus sensibles au manque d'eau. La surface supérieure est en effet celle qui se dessèche le plus rapidement et des racines en surface, sans un arrosage extrêmement régulier, deviennent très vulnérable en cas de faille sur l'arrosage.

La solution possible nécessite plus de main d'oeuvre en premier lieu (et donc un investissement de taille en début de projet) mais donne une réelle indépendance aux plantes vis à vis de l'irrigation dans les 2 années qui suivent leur implantation. Elle consiste en un arrosage manuel localisé et abondant mais beaucoup moins fréquent (1 à 2 fois par semaine en été). L'eau pénètre ainsi plus en profondeur dans le sol, et les racines sont obligées de pénétrer plus en profondeur dans le sol pour l'atteindre. Elle se protège alors des épisodes de sécheresses fréquents dans la région une fois leur taille de confort atteinte. L'arrosage manuel est quasiment supprimé ensuite puisque les plantes, choisies pour leur adaptation au climat sont capables de capter seules les quantités d'eau dont elles ont besoin. Les chances de reprises sont beaucoup plus importantes.

Cette méthode permet en outre de diminuer considérablement les mètres de tuyau développés pour l'irrigation, qui de toute façon ne seront plus utiles au bout de quelques années et seront source de pollution des sols.

//Irrigation avec un système de Buber adapté aux différents systèmes racinaires

On peut aller au delà de cette proposition et envisager un arrosage graduel adapté au type de développement racinaire sans main d'oeuvre supplémentaire.

Le choix du goutte à goutte tel qu'il est proposé dans le plan d'arrosage ne fait pas de distinction en fonction du développement racinaire des différentes variétés choisies. Ainsi, le chêne possède un système racinaire pivotant, contre un système racinaire traçant pour les conifères. Il serait intéressant d'adapter l'arrosage au type de plante.

On trouve dans le marché des systèmes de Buber (fig. 41) qui, par le moyen de colonnes enterrées d'environ 90 cm apporte l'eau en profondeur. On évite ainsi le choc de la transplantation et les racines pénètrent en profondeur. Le développement racinaire est facilité et la plante se développe plus rapidement. Un arbre de ce type nécessite 2 à 4 colonnes d'un prix variant autour de 100€. Cependant, en plus du frein provoqué par le budget plus important, on reproche à ce système de dé-densifier la motte racinaire pouvant perturber son développement. Il serait intéressant d'étudier de plus près l'impact direct de cette installation sur le développement végétal.



Figure 41 : Photo produit du système Buber proposé par Rain Bird, série RWS, catalogue 2011-2012 (source : www.rainbird.fr)

3 ANALYSE CRITIQUE DU PROJET ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS

c. Des alternatives aux surfaces de prairies très importantes

Très présent sur l'ensemble du projet par demande de la MO, les prairies sont très demandeuses en eau.

Ces surfaces pourraient être considérablement réduites et adaptée plus précisément en fonction des besoins. Pourquoi ne pas favoriser soit des techniques alternatives avec des plantes herbacées de substitution au gazon traditionnel ou proposer des franches alternatives avec des plantes couvre sol non piétinables, des massifs arbustifs bas peu demandeurs...

Il existe aujourd'hui des alternatives à ces surfaces très gourmandes en eau. De nombreux pépiniéristes proposent de sérieuses alternatives en fonction des besoins.

Certains espaces demandent des surfaces piétinables, vertes et «confortables» pour pouvoir s'asseoir et se prélasser. La pépinière Filipi, très influente en région méditerranéenne, propose des alternatives aux gazons «douillettes» qui sont adaptées au climat. Au concepteur de choisir en fonction des usages, du prix et de l'entretien la variété qui convient le mieux.

PRAIRIES ALTERNATIVES



Zoysia tenuifolia

Stenotaphrum secundatum

Cynodon 'Santa ana'

COUVRES-SOL



Cerastium tomentosum

Cistus ladanifer

Matricaria tchihatchewii

Figure 42 : Palette végétale, (a) Prairies alternatives (b) Couvres-sol. (source : banque de données Green Concept)

Je propose ici 3 variétés envisageables dans le cas du Domaine de La Tour (fig. 42) par leur faible besoin en eau, le fait qu'ils puissent être fortement piétinés, ou encore leur aspect proche du gazon traditionnel. Elles ont l'inconvénient de ne pas être vendues en semis comme un gazon ou une prairie traditionnelle mais en godet, ce qui implique un coût plus important et une mise en oeuvre plus adaptée à des petites surfaces. Elles pourraient être installées en bordure de Vallat afin de créer des plages de repos ou autour du théâtre de verdure.

Ailleurs, on peut repenser les prairies par des plantes couvre-sol méditerranéennes. Moins demandeuses en eau, elles sont également plus intéressantes en matière de biodiversité et peuvent apporter une plus-value esthétique. Des espèces comme le *Cerastium tomentosum* ou *Matricaria tchihatchewii* créent de nouveaux volumes et s'intègrent parfaitement au sein du parc paysager (fig. 42).

Il est cependant important de noter qu'un tel choix est plus coûteux. Alors que 1m² de prairie coûte environ 0.5 €, l'implantation d'1 m² de couvre sol peut coûter de 4 à 8€ en fonction des essences choisies et de la densité de plantation.

Le projet du Domaine de La Tour a une réelle ambition de qualité environnementale et de sécurité vis à vis des inondations. Cependant, elle est confrontée à des obstacles qui pourraient être franchissables.

Certaines des propositions faites sont réalisables. Il est possible de les mettre en place et de les insérer dans le projet tel que le choix de surfaces enherbées alternatives. D'autres ne sont pas envisageables dans le cadre du projet du Domaine de La Tour dans la mesure où elles ne correspondent pas à la volonté du MO, que ce soit sur la mise en place de phytoépuration (on ne cherche pas à atteindre un seuil de rejet de polluant nul), sur le choix de l'entretien ou le budget à investir.

Cependant, chacune de ces méthodes a déjà trouvé une place dans des projets existants (la ZAC d'Arbois par exemple est pionnière en matière de phytoépuration pour parking) et sont applicables pour les projets futurs. C'est alors au concepteur de proposer des solutions concrètes et adaptables au projet pour atteindre un optimum en matière de gestion de l'eau.

L'évolution de la réglementation européenne et française en matière de gestion des eaux de ruissellement montre une réelle prise en considération de la gestion des eaux de pluie. Les zones sensibles aux inondations sont de mieux en mieux répertoriées. Les projets qui les concernent sont alors dans l'obligation de se confronter à des études hydrauliques et hydrologiques incluant une étude des ruissellements à l'échelle du bassin-versant. Ces démarches ne laissent pas le choix aux concepteurs : les projets doivent considérer cette problématique. Ces projets situés sur une zone à risque se doivent alors de décrire non seulement l'état des lieux mais aussi de calculer les impacts de l'aménagement à venir, à la fois en termes d'imperméabilisation du sol, mais aussi en termes environnementaux de protection de la biodiversité (et plus particulièrement dans les zones humides).

En parallèle, les méthodes douces de gestion de l'eau à ciel ouvert apportent des solutions concrètes qui considèrent conjointement le risque d'inondation et la qualité environnementale du site. Associant gestion du flux de l'eau et stockage des volumes excédants (le temps de l'infiltration dans le sol ou de l'évacuation du trop plein), le risque diminue localement et donc globalement en fonction des mesures de sécurités prises (prenant compte de la période de retour choisie pour les calculs par exemple).

Ces solutions ne sont pas reproductibles à l'identique sur chaque site et nécessitent en outre des surfaces importantes pour pouvoir être mises en œuvre. De ce fait, leur mise en place nécessite d'être intégrée dès les prémices du projet, que ce soit par les commanditaires, ou par les concepteurs. Au-delà de la sécurité qu'assurent ce type d'aménagement au projet, ils apportent une plus value environnementale, esthétique et paysagère. Ils offrent un nouveau regard aux utilisateurs de l'aménagement qui redécouvrent leurs cours d'eau et peuvent profiter d'un nouveau type d'espace public multifonctionnel qui combine gestion de l'eau, protection de l'environnement et création d'espaces ouverts accessibles à tous en fonction des saisons.

La gestion de la consommation en eau quant-à elle est primordiale, à la fois en matière d'économie d'argent et d'économie de la ressource. À première vue, il est donc facile en tant que concepteur de proposer aux maîtrises d'ouvrages un aménagement économe en eau. Mais les possibilités qui s'offrent aux paysagistes dans cette optique nécessitent une évolution des pratiques, du travail du terrain et un choix orienté de la palette végétale. La plus grande difficulté consiste à faire accepter à la maîtrise d'ouvrage (et donc par conséquent à la population) certains de ces choix. La mise en place d'une gestion différenciée des espaces verts passe par la diminution voire la suppression d'éléments paysagers parfois très importants aux yeux des riverains, que ce soit la pelouse ou des massifs de plantes très consommateurs en eau. De plus, ces pratiques demandent une plus grande attention au moment de l'implantation du projet,

notamment en matière d'arrosage, et beaucoup moins après quelques années. Ce sont des changements qui doivent s'opérer dans les pratiques des professionnels des espaces verts et mettent parfois du temps à être acceptés et appliqués.

Le projet du Domaine de La Tour, nous a permis une approche de ces problématiques grâce à son contexte méditerranéen paradoxal propice aux extrêmes en termes de pluviométrie, mais aussi à sa maîtrise d'ouvrage qui demandait explicitement que des mesures soient prises pour la gestion de la ressource en eau mais aussi pour la gestion du risque d'inondation. Nous avons alors pu constater la difficulté d'aller jusqu'au bout de ces idées malgré la volonté des commanditaires. D'autres freins rentrent en compte qui peuvent venir de volontés politiques de ne pas froisser l'opinion publique. Et si certains compromis peuvent être faits, le besoin d'optimiser l'espace, le souci d'un entretien le plus simple possible, et le contexte urbain de pression foncière sont autant d'autres raisons de freiner la conception d'un espace urbain « idéal » pour la gestion de l'eau.

Malgré tout, la conception de ce projet montre qu'effectivement la prise de conscience du besoin de placer l'eau au cœur du projet de paysage existe et se développe. Chaque année, de nombreux projets sortent de terre avec de nouvelles idées en la matière. Mais avec les évolutions climatiques futures et l'incertitude sur sa nature, on peut se demander si les mesures que nous prenons suffisent. Les informations actuelles à propos de cette évolution évoquent non pas une augmentation graduelle des températures mais plutôt une exacerbation des extrêmes : des étés de plus en plus secs, des hivers de plus en plus froids et entre les deux des pluviométries très fortes et avec une possible aggravation de la dangerosité des crues.

Des données plus précises et spécifiques au climat particulier du milieu méditerranéen sont en voie d'être obtenues grâce au lancement d'un ambitieux programme sur le cycle de l'eau en Méditerranée et les extrêmes associés : le programme HyMeX, initié en 2010 par Météo-France et le CNRS, qui se poursuivra jusqu'en 2020 [14]. Rythmé par différentes campagnes de mesures, ce programme international permet déjà aux chercheurs de travailler sur des modèles climatiques adaptés au bassin méditerranéen dans le cadre de l'initiative Med-Cordex. Ces données ne sont pas encore à notre portée mais en tant que concepteur de l'espace de demain, il semble important de les considérer avec attention et d'étudier dans quelles mesures il est possible de les anticiper. Comment s'assurer de la sécurité d'un site avec des crues potentiellement plus fortes ? Comment va évoluer la végétation avec le climat ? Ce sont d'autant de questions auxquelles scientifiques et aménageurs tentent de répondre pour les prochaines années et qu'il sera important de suivre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CAUE Puy-de-Dôme. (02/2012). *La valorisation des eaux pluviales au sein du projet urbain*. Angle de vue, n°22, 4-5pp.

CORDOLEANI C. (2007). *Atlas des paysages des Bouches du Rhône, Partie 1 : La baie de La Ciotat*, Conseil général des Bouches du Rhône, 1-12pp.

DEREX J.M. (2001). *La Gestion de l'eau et des zones humides en Brie : fin de l'Ancien régime-fin du XIX^e siècle*, Ed. L'harmattan, 553p.

Direction de l'environnement et de l'équipement rural. (2007). *Carnet varois de l'environnement n°3 : les plantes adaptées aux jardins et espaces verts varois*. Conseil Général, 99p.

DUNNETT N., CLAYDEN A. (2007). *Les jardins et la pluie*. Éditions du Rouergue, 185p.

FILIPPI O. (2007). *Pour un jardin sans arrosage*. Actes Sud, 207p.

GERMAIN J.C. (2013). *Domaine de La Tour, Commune de La Ciotat, Parc sportif urbain Phase 1 : étude géotechnique préliminaire du site*, Géolithe, 15p.

HGM Environnement. (2012). *Réalisation d'un Parc Urbain sportif sur le site du Domaine de La Tour, programme technique détaillé*, 21p.

LAFFRANCHI E. (10/2005). *Bassins de rétention : un élément de composition paysagère*. Paysage et actualités, n°283, 22-23pp.

LEDENVIC P. (03/2005). *Etat des lieux du district Rhône et des cours d'eau côtiers méditerranéens*. DREAL Rhône Alpes, 190-197pp.

LEFEUVRE J.C. (2011). *De l'eau et des hommes*, Édition De Monza, 392p.

LUZER S. (2010). *Modélisation hydrologique et hydraulique simplifiée sur le bassin versant du Vallat de Roubaud*, H2GEO, 118p.

MERLOTTE S., RIGAUX P. (2012). *Les richesses faunistiques de la zone humide du Roubaud*

(Hyères, Var). LPO PACA, Faune-PACA publication n°17, 25pp.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUMÉ G., GAUBERVILLE C. (2008). *Flore forestière française, guide écologique illustré, région méditerranéenne*. Institut pour le développement forestier, 2419p.

VERAN C. (07/09/2007). *Hanoevre, quartier Kronsberg. L'eau de pluie dessine le paysage urbain*. Le Moniteur, n°5415, 48-49 pp.

WILLIAMS S. (1997). *Created the prairie xeriscape*. Ed Lone Pine Publishing, 248p

[1] Agence de l'eau

<http://www.eaurmc.fr/pedageau/la-gestion-de-leau-en-france/le-bassin-versant.html>

[2] La France agricole. Bilan du comité sécheresse.

<http://www.lafranceagricole.fr/video-et-photo-agricole/actualites-evenements/eau-objectif-de-reduction-de-la-consommation-globale-de-20-d-ici-a-2020-nkm-43002.html>

(consulté le 12/07/2013)

[3] La Dépêche. Inondations dans le sud-ouest juin 2013.

<http://www.ladepeche.fr/article/2013/06/29/1661723-inondations-liste-communes-reconnues-etat-catastrophe-naturelle.html> (consulté le 12/07/2013)

[4] Centre National de Documentation Pédagogique. Jardin de Babylone.

http://www.cndp.fr/archive-musagora/merveilles/merveillesfr/jardins/textes_jardins.htm

(consulté le 22/08/2013)

[5] Infoclimat. Normes et records Toulon 1961-1990.

<http://www.infoclimat.fr/climatologie-07660-toulon-la-mitre.html> (consulté le 13/08/2013)

[6] Euromediterraneann civil protection, PPRD South program. Fev 2011.

http://www.euromedcp.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=706:tackling-floods-the-most-frequent-natural-disaster-in-the-mediterranean&catid=199:general-news&Itemid=881&lang=fr

(consulté le 21/06/2013)

[7] Le Monde. Inondations du Var. Juin 2010.

http://www.lemonde.fr/planete/article/2010/06/17/inondations-dans-le-var-les-raisons-de-la-crue_1374284_3244.html (consulté le 12/07/2013)

[8] Eau France. Politique publique de l'eau.

<http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieus>

(consulté le 28/06/2013)

[9] Landezine. Projet Arkadien, Winnenden (Allemagne).

<http://www.landezine.com/index.php/2013/04/arkadien-winnenden-by-atelier-dreizeit/>

(consulté le 26/07/2013)

[10] Domaine du Rayol. Le jardin Méditerranée.

<http://www.domainedurayol.org/jardin-Le+jardin+de+la+Mediterranee-39.html> (consulté le 21/06/2013)

[11] L'internaute. Guide du climat des villes de France.

<http://www.linternaute.com/voyage/climat/la-ciotat/ville-13028> (consulté le 06/07/2013)

[12] Infoterre. Cartes géologique, topographiques de La Ciotat.

<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do;jsessionid=284576AACA9518E034B5477539B40EF1>

(consulté le 06/07/2013)

[13] ENSEEIHT. Les techniques de dépollution.

http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei_ere/4/html/b2/projet/dépollution.html

(consulté le 16/08/2013)

[14] Météo France. Climat futur.

http://climat.meteofrance.com/chgt_climat2/presentation/climat_futur/changementepisodesmed?page_id=16657 (consulté le 16/08/2013)



AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers

2, rue Le Nôtre

49045 Angers cedex 01



Green Concept architectes paysagistes

4, rue coste

69300 Caluire

Mémoire de fin d'Études* - Annexes

Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Science Horticoles et du Paysage *

Année universitaire* :2012-2013

Spécialité : Paysage

Spécialisation ou option* : Ingénierie des territoires

L'eau et le projet de paysage en milieu méditerranéen, entre sécheresse saisonnière et inondations soudaines : comment intégrer des méthodes de gestion de l'eau dans un projet urbain? Cas du parc urbain sportif du Domaine de La Tour à La Ciotat.

Par : Emma BOUTOT

Devant le jury :

Soutenu à Angers

le* : 12 septembre 2013

Sous la présidence de* : Vincent BOUVIER

Maître de stage* : Patrick BIDEGAIN

Enseignant référent : Fabienne JOLIET

Autres membres du jury (Nom, qualité) : Hervé DANIEL, référent

Volet à renseigner par l'enseignant responsable de l'option/spécialisation ou son représentant

Bon pour dépôt (version définitive)

Autorisation de diffusion du mémoire : Oui Non

Date/.../... Signature :

"Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST".

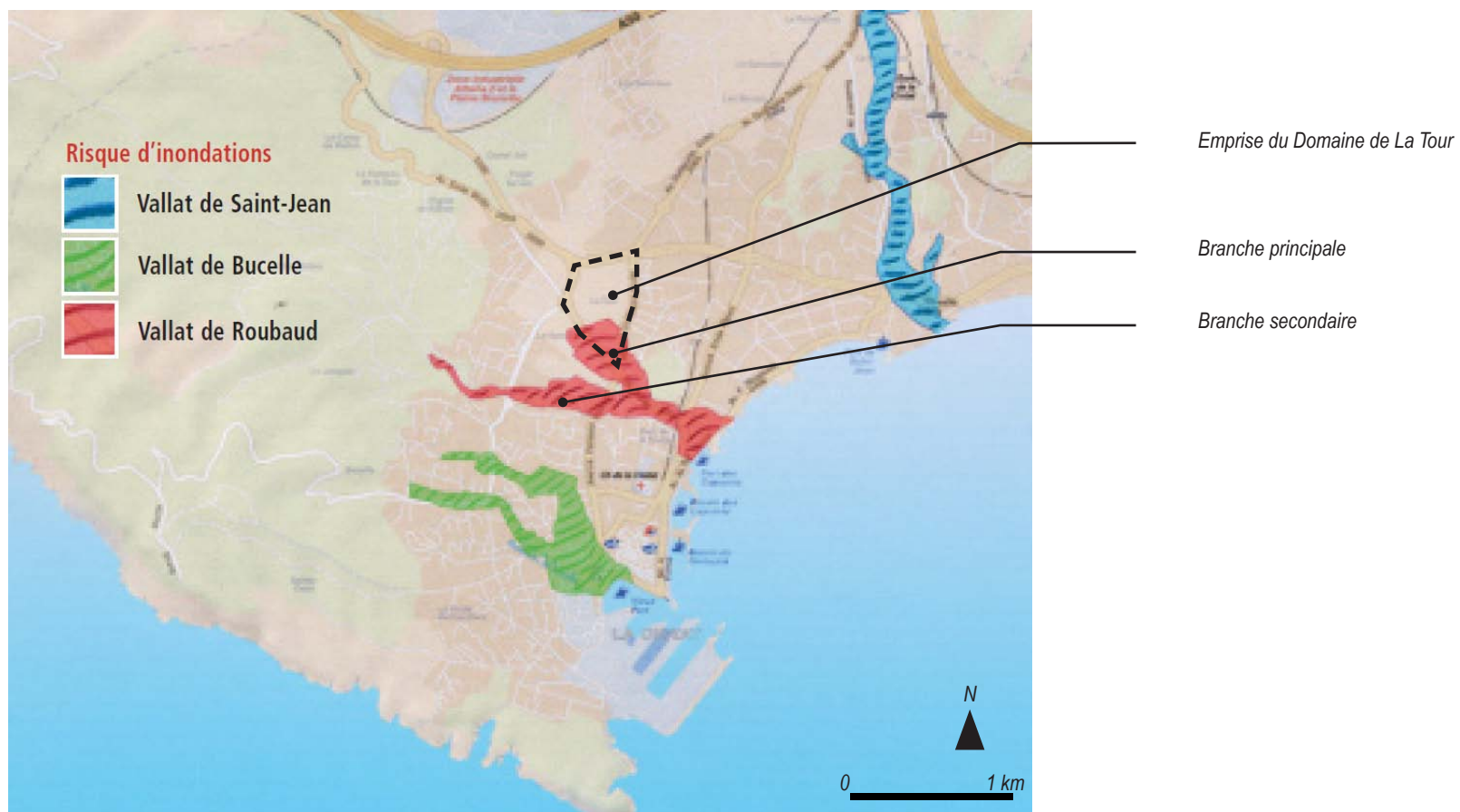
* champs obligatoire

ANNEXE I : Plan du site du projet et ses composantes identitaires (source : Green Concept)



ANNEXES

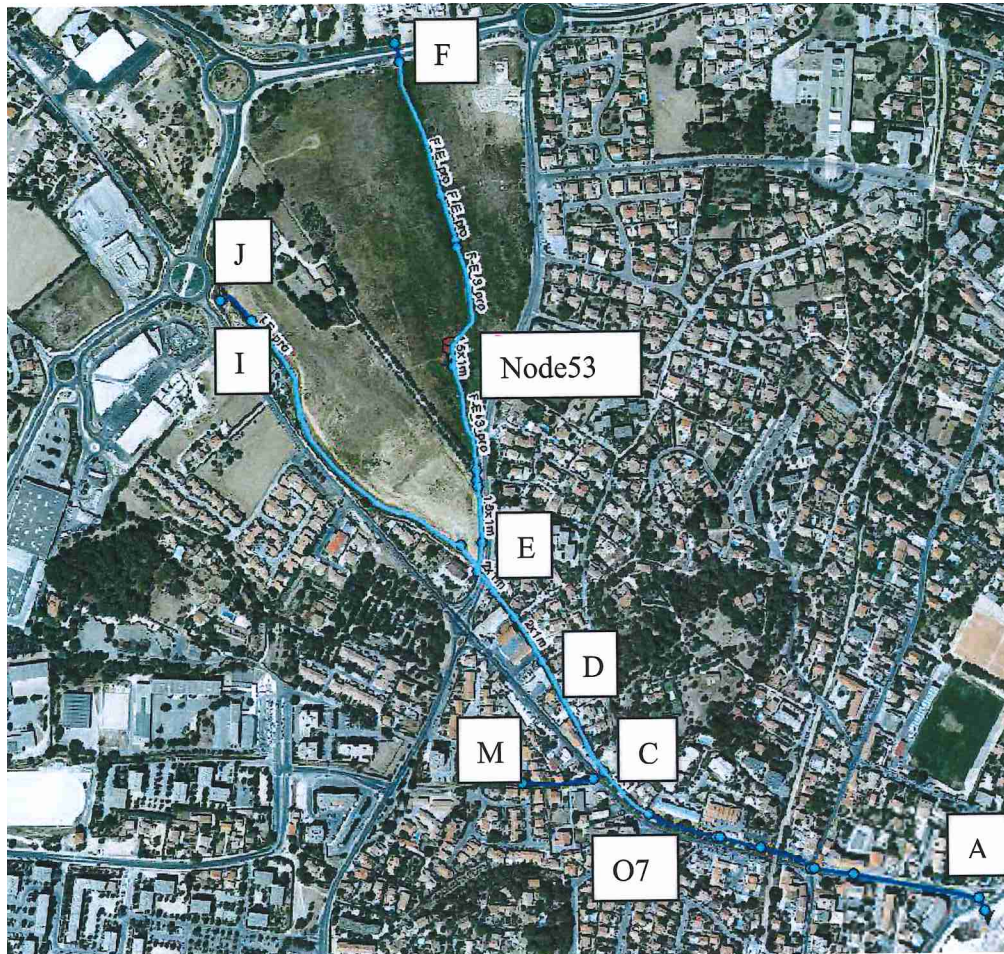
ANNEXE II : Carte des risques d'inondation et de ruissellement urbain à l'échelle de la ville de La Ciotat (source : plaquette de prévention, Mairie de La Ciotat. (2012). *Dossier l'Information Communale sur les Risques Majeurs*, Ville de La Ciotat, 16p.)



ANNEXE III : Tableau de synthèse des analyses hydrauliques (source : E. Boutot)

	DARAGON 2000	IPSEAU 2009	H2Géo 2010
Objectif	mise en place d'une stratégie d'aménagement et de la gestion des risques de crue cohérente sur les vallats de Bucelle et de Roubaud (mais qui ne précise aucun cadre législatif).	concerne l'aménagement de la ZAC Athélia au Nord s'intéressant plus particulièrement au domaine de La Tour en tenant en compte la capacité des ouvrages en aval de ce domaine	spécifique à l'aménagement du Domaine de La Tour et de ses impacts sur le ruissellement des eaux
Bassin de rétention étudié	délimité à 10.6km ²	périmètre plus large, aire de 21 km ²	reprise du bassin de l'étude IPSAU 21km ²
Découpage du Bassin en sous bassins	en 34 sous bassins	16 sous-bassins et 4 branches	4 branches seulement : Principale, Athélia, Amont, Aval
Pluie de projet	De type « double triangle » avec un durée totale de 12h pour une durée intense de 1.2h. Calculée sur une base décennale (T=10) avec coefficient multiplicateur pour les autres périodes de retour (1.3 pour T25, 1.5 pour T50 et 2 pour T100)	Semblable à Daragon mais avec en plus des données de la stations de Toulon (qui finalement seront les seules utilisées). Période de retour 10ans, durée totale 12h, durée intense 1.2h	Volonté de s'appuyer sur les données météorologiques de Cassis (les plus semblables à La Ciotat) mais non disponibles. C'est finalement les coefficients de la station de Toulon qui sert de support à l'étude. Retour 10 ans, durée totale =4h, durée intense =30min (Choix fait à partir de l'expérience de l'agence, d'un expert météo France division Sud Est)
Loi Montana	L'étude se base sur 2 lois de Montana pour la construction des pluies de projet -Loi de Marseille Provence Métropole pour les pluies inférieures à 2h avec I(10)=6.1t-0.44 Valable pour Marseille mais correspond à une période de retour de 25 ans pour La Ciotat -Loi construite par DARAGON pour pluies supérieures à 2h (celle utilisée) I(10)=42.88t-0.15	L'étude se base sur des coefficients de montana calculés pour la station de Toulon	L'étude se base sur des coefficients de montana calculés pour la station de Toulon
Modèle hydraulique	Non décrit dans l'étude	Logiciel HEC-HMS, méthode SCS, conçu et testé sur une partie du territoire américain	Logiciel Mike Urban, Modèle Aire-Temps. Etude selon un modèle à 5 branches composé de nœuds et tronçons Des ouvrages spéciaux ont fait l'objet d'une attention particulière (de type déversoir ou bassin) : -bassin de rétention (6500m ³) en aval du Domaine de La Tour -un étang de 400m ³ sur la branche FE (emplacement du futur Casino) -des surverses au dessus d'ouvrages de franchissement routier
Résultats	Non détaillés, on a seulement des tableaux contenant des débits de projet	Sur l'ensemble des 4 branches, seule Athélia propose une protection importante T25 ou T50. Résultats sous forme de crues en m ³ d'eau générés par période de retour.	En situation actuelle :Le bassin de rétention présent à l'aval du domaine de la Tour est débordant avec un volume de 23500 m ³ En situation future :Le bassin de rétention présent à l'aval du domaine de la Tour est débordant avec un volume de 24500 m ³ . Les volumes débordés sont augmentés de 2500m ³ suite à l'aménagement du domaine de La Tour Le principal point noir se situe en Aval du point E, juste au sud du domaine de La Tour.
Propositions d'aménagement	Sous forme cartographique	Le Vallat est la contrainte principale de limitation des écoulements : -capacité d'évacuation = 19m ³ /s -débit de pointe = 14.36m ³ /s D'où -débit maximum possible depuis la branche Athélia = 4.4m ³ /s Parmi les propositions faites par l'étude, la ville de La Ciotat a choisi : -volume de rétention = 56000m ³ -débit de fuite = 4.3m ³ /s sur le domaine de La Tour -recalibrage aval immédiat -période de retour 10ans	Propositions d'aménagements : Deux propositions sont faites, ainsi, la proposition 2, la plus complète (puisqu'elle propose la restructuration totale du réseau sur le domaine) envisage entre autre sur le site du domaine de La Tour de Restructurer le réseau (la canette qui forme le vallat de Roubaud) avec un section trapézoïdale de 3x1.5x1 (mais propose aussi un aménagement en amont et en aval du site d'étude.
Limites	Ne prend pas en compte le cadre législatif, le choix du périmètre du bassin n'est pas pertinent et surtout les résultats ne sont pas détaillés et ne permettent pas de comprendre les détails de leur obtention	Le choix du niveau de protection n'est pas expliqué. Le modèle hydraulique utilisé n'est pas adapté au territoire français, encore moins méridional et le logiciel ne propose pas de modèle de transposition. Aucun calage du modèle hydraulique n'a été fait, seulement un ajustement par rapport à l'étude Daragon.	La surface d'étude du site du Domaine de la Tour ne correspond pas à la surface du projet réalisé. De la même manière, les surface imperméabilisées considérées ne sont pas précises. Les données d'entrée pluviométriques ne sont pas localisées.

ANNEXE IV : Plan de localisation des «points noirs» sur le tracé du Vallat de Roubaud (source : H2Géo Environnement. (2010). *Modélisation hydrologique et hydraulique simplifiée sur le bassin versant du Vallat de Roubaud*, 118p.)



«Le principal point noir est le réseau en aval du point E. Les nombreux ouvrages de franchissement entre le point D et l'ouvrage cadre génèrent une élévation importante de la ligne d'eau et de nombreux débordements, notamment au niveau de l'ouvrage de franchissement [juste au dessus du noeud O7]»

ANNEXE V : Tableau du plan guide d'arrosage (source : E.Boutot)

LA CIOTAT - DOMAINE DE LA TOUR
PARC URBAIN SPORTIF
PLAN GUIDE ARROSAGE

Evaluation des besoins en eau pour l'arrosage - PHASES 1, 2 et 3 - Consommations prévisionnelles

HYPOTHESES DE DEPART

Un arbre a besoin d'un apport de 70l d'eau par jour
Un arbuste a besoin d'un apport de 7l d'eau par jour
Un mètre carré de prairie a besoin d'un apport de 6l d'eau par jour
La prairie rustique ne nécessite aucun arrosage

Il faut compter une centaine de jours d'arrosage sur 8 mois

- tous les 2 jours du 15 juin au 15 août
- 2 fois par semaine de mai au 15 juin
- 1 fois par semaine du 15 août à septembre
en avril et en octobre

PHASE 1

Type de plantation	TYPE D'ARROSAGE	Surface (m²)	Arbres			Arbustes			Prairie	consommation prévisionnelle (m3/jour)	Piquages	Débit compteur (m3/h)	Temps d'arrosage par jour (heures)
			Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbre (m3/jour)	Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbustes (m3/jour)	Q Prairie (m3/jour)				
Arbres sur prairie rustique	Goutte à goutte			66	4,62								
Bosquets boisés	Goutte à goutte	3735	0,1	187	13,07	0,2	374	2,61					
Massifs arbustifs	Goutte à goutte	1237				1	1 237	8,66					
Cour des arômes	Goutte à goutte	212				2	424	2,97					
Cultures agricoles	Goutte à goutte	364	1	364	2,55								
Graminées plantes de berges	Goutte à goutte	2126				2	4 252	29,76					
Prairie	Aspersion	6295							37,77				

CONSOMMATION PREVISIONNELLE SIMULTANEE PHASE 1

102 m3/jour

soit

10 000 m3/an

PHASE 2

Type de plantation	TYPE D'ARROSAGE	Surface (m²)	Arbres			Arbustes			Prairie	consommation prévisionnelle (m3/jour)	Piquages	Débit compteur (m3/h)	Temps d'arrosage par jour (heures)
			Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbre (m3/jour)	Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbustes (m3/jour)	Q Prairie (m3/jour)				
Arbres sur prairie rustique	Goutte à goutte			61	4,27								
Graminées plantes de berges	Goutte à goutte	527				2	1 054	7,38					
Graminées sèches	Goutte à goutte	2561				1	2 561	17,93					

CONSOMMATION PREVISIONNELLE SIMULTANEE PHASE 2

30 m3/jour

soit

3 000 m3/an

(1 stade = 5000m3/an)

LA CIOTAT - DOMAINE DE LA TOUR

PARC URBAIN SPORTIF

PLAN GUIDE ARROSAGE

Evaluation des besoins en eau pour l'arrosage - PHASES 1, 2 et 3 - Consommations prévisionnelles

HYPOTHESES DE DEPART

Un arbre a besoin d'un apport de 70l d'eau par jour
 Un arbuste a besoin d'un apport de 71 d'eau par jour
 Un mètre carré de prairie a besoin d'un apport de 6l d'eau par jour
 La prairie rustique ne nécessite aucun arrosage

Il faut compter une centaine de jours d'arrosage sur 8 mois

- tous les 2 jours du 15 juin au 15 août
 - 2 fois par semaine de mai au 15 juin
 - 1 fois par semaine du 15 août à septembre
 en avril et en octobre

PHASE 3

Type de plantation	TYPE D'ARROSAGE	Surface (m²)	Arbres			Arbustes			Prairie	consommation prévisionnelle (m3/jour)	Piquages	Débit compteur (m3/h)	Temps d'arrosage par jour (heures)
			Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbre (m3/jour)	Nbre d'unités par m²	Nbre d'unités	Q Arbustes (m3/jour)	Q Prairie (m3/jour)				
Arbres sur prairie rustique	Goutte à goutte			9	0,63					0,63			
Bosquets boisés	Goutte à goutte	1877	0,1	188	13,14	0,2	375	2,63		15,77			
Graminées plantes de berges	Goutte à goutte	1129				2	2 258	15,81		15,81			
Prairie	Aspersion	2721							16	16,33			

CONSOMMATION PREVISIONNELLE SIMULTANEE PHASE 3

49 m3/jour

soit

4 900 m3/an

BILAN PHASES 1, 2 et 3

DONNEES

Phase 1	3,83 ha	53%	comprend toutes les noues comprend tous les massifs de graminées sèches
Phase 2	2,76 ha	38%	
Phase 3	0,68 ha	9%	
Surface totale du projet	7,27 ha	100%	

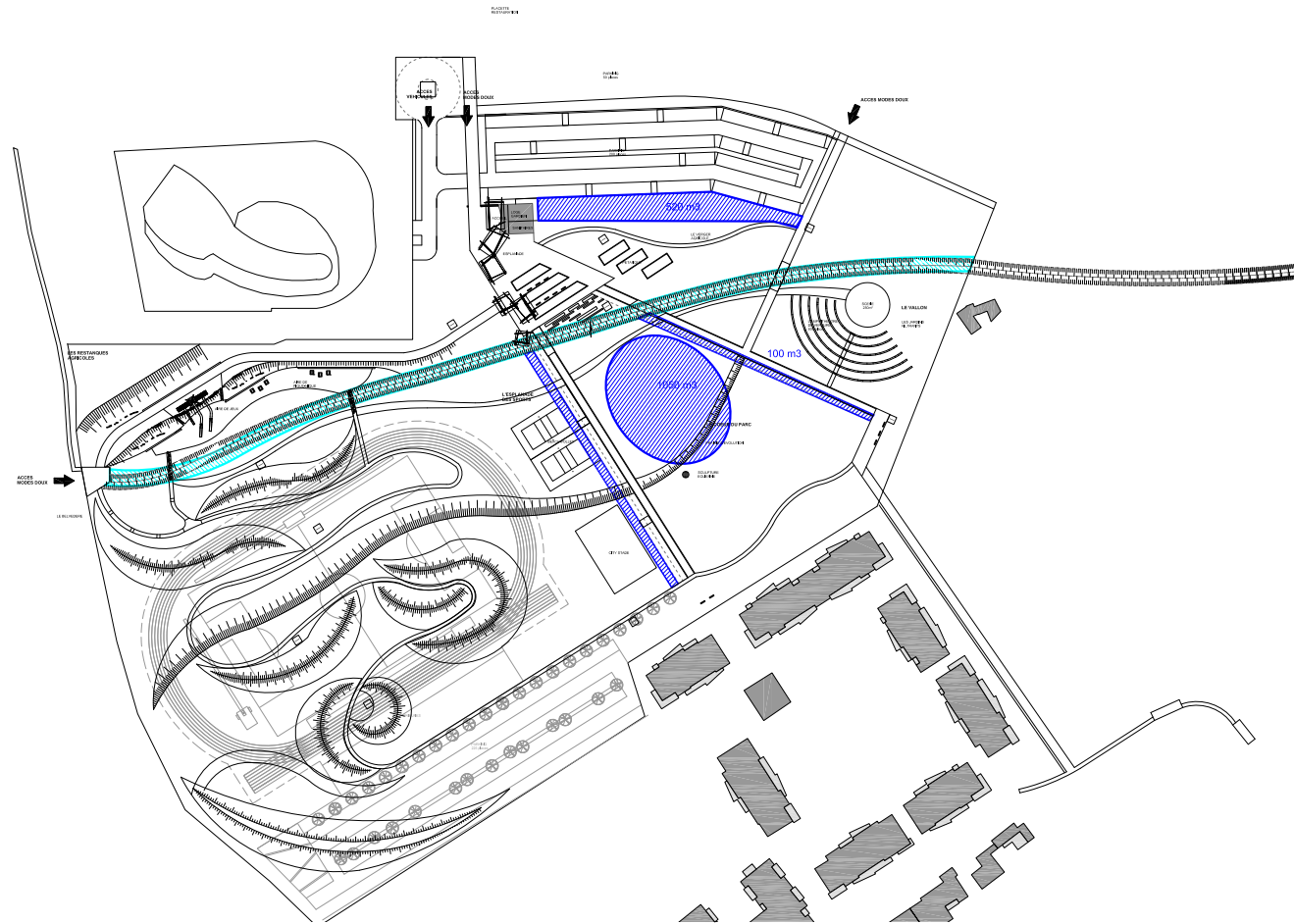
RECAPITULATIF

CONSOMMATION PREVISIONNELLE Phase 1	102 m3/jour	10 000 m3/an
CONSOMMATION PREVISIONNELLE Phase 2	30 m3/jour	3 000 m3/an
CONSOMMATION PREVISIONNELLE Phase 3	49 m3/jour	4 900 m3/an
CONSOMMATION PREVISIONNELLE SIMULTANEE Phases 1, 2 & 3	180 m3/jour	17900m3/an

ANNEXE VI : Esquisse de synthèse du projet du Domaine de La Tour (échelle : 750e) (source : E.Boutot)



ANNEXE VII :Plan de rétention du projet du Domaine de La Tour (échelle : 750e)
(source : E.Boutot)



ANNEXE VIII : Plan du principe de nivellement du projet du Domaine de La Tour (échelle : 750e)
(source : E.Boutot)



ANNEXES

ANNEXE IX : Images de références du projet du Domaine de La Tour (source : banque de données Green Concept)



Prairie fleurie et conifères



Vigne et oliviers



Vigne et oliviers



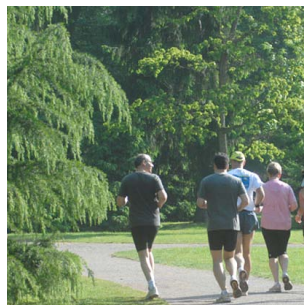
Paysage agricole méditerranéen



Restanques méditerranéennes modernisées



Jeux intégrés dans la topographie



Coueurs sur parcours de santé



Parcours de santé



Théâtre de verdure




Verger fleuri



Passerelle au dessus de la végétation



Ponton au dessus d'un plan d'eau

	Diplôme : Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences Horticoles et du Paysage Spécialité : Paysage Spécialisation / option : Ingénierie du Territoire Enseignant référent : Hervé DANIEL	
Auteur(s) : Emma Boutot Date de naissance* : 13/09/1989	Organisme d'accueil : Green Concept Adresse : 4, rue Coste 69300 Caluire et Cuire Maître de stage : Patrick BIDEGAIN	
Nb pages : 43 Annexe(s) : 9		
Année de soutenance : 2013		
Titre français : L'eau et le projet de paysage en milieu méditerranéen, entre sécheresse saisonnière et inondations soudaines : comment intégrer des méthodes de gestion de l'eau dans un projet urbain? Cas du parc urbain sportif du Domaine de La Tour à La Ciotat. Titre anglais : Water and landscaping projects in Mediterranean climate. Between dry weather and seasonal flash : how can landscape architects integrate water management solutions in urban projects ? Study of the case of the urban park "Domaine de la Tour" in La Ciotat.		
Résumé : Les considérations environnementales récentes et les chiffres liés à la consommation en eau des espaces verts font prendre conscience de la rareté de la ressource et du besoin de repenser la gestion de l'eau des projets paysagers. D'autre part, malgré les digues et systèmes de canalisation mis en place, chaque année on compte les nombreux dégâts provoqués par les inondations. Les conséquences de ces crues mettent en avant le besoin que nous avons de trouver de nouvelles solutions de protection et d'aborder de nouvelles réflexions afin de lutter contre ces débordements. En réponse à ce problème, des législations à l'échelle nationale et européenne imposent de plus en plus de mesures de sécurité et surtout pousse à l'intégration de nouvelles méthodes de gestion des eaux de ruissellement. Dans les projets méditerranéens, ces deux problématiques autour de l'eau se rencontrent de manière brutale : le climat très sec en été et les soudaines inondations saisonnières demandent de la part des concepteurs l'insertion de ces problématiques très tôt dans la conception des projet. Le cas du parc sportif urbain du Domaine de La Tour à La Ciotat (13) permet de mettre en pratique des solutions concrètes à ces deux problématiques et de tester leurs limites. L'étude montre comment en intégrant la problématique de l'eau dès les prémices de l'aménagement il est possible de proposer un aménagement sécuritaire qui apporte une vraie plus value environnementale et donne du sens au projet.		
Abstract : Recent environmental considerations and available data on water consumption in green areas reveal the scarcity of resources and the need to think differently about the use of water in landscape projects. Furthermore, despite dams and canal systems in place, every year lots of damages are caused by the floods. The consequences of those floods highlight the fact that we need to find new protection solutions and new ideas to fight against these natural disasters. In response to this problem, legislations at national and European levels require an increase of security measures and encourage in particular the integration of new methods for managing storm water. In Mediterranean projects, these two issues concerning water management meet in a brutal way: the combination during summer of dry weather and seasonal flash floods demands that designers integrate these issues early in the design phase of their projects. The case of the urban park "Domaine de la Tour" in La Ciotat (13) is a good opportunity to apply concrete solutions and test their limits. This study aims to demonstrate that by integrating water issues in the earliest stages of project development it is possible to provide a safer design, thus increasing both the environmental value and the overall meaning of the project.		
Mots-clés : eau, inondation, méditerranée, projet, paysage, sécheresse		

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires