

Conclusions

Hubert Mazurek

LPED

Thomas Curt

INRAE

Joël Guiot

CEREGE

Cet état des lieux, réalisé par sept laboratoires et près de cinquante auteurs, présente un premier bilan environnemental de la région d'Aix-Marseille sur laquelle ils concentrent leurs recherches. Ces laboratoires font tous partie du LabEx OT-Med (Laboratoire d'excellence Objectif Terre Méditerranée) et pour certains d'entre eux également de l'OSU – Institut Pythéas (Observatoire des sciences de l'univers), une des composantes d'Aix-Marseille Université. Ce travail de synthèse a permis un dialogue constructif interlaboratoires et des échanges d'informations sur différentes problématiques environnementales concernant la région comme la métropole d'Aix-Marseille. Une telle initiative illustre l'intérêt de constituer des pôles scientifiques et de les associer à des collectivités locales ainsi qu'à des institutions publiques ou privées, et ce pour une meilleure gestion environnementale d'une région.

Huit chapitres exposent ainsi un large éventail des problématiques environnementales et des enjeux de Marseille et de sa région, éventail sous-tendu par la notion centrale de la durabilité face aux évolutions des territoires, du climat, et de l'urbanisation.

Tout n'a pas été recensé cependant, et il a fallu faire des choix. Mais cette première version reflète la diversité et la complexité de la région. Nous avons effectué en permanence des va-et-vient entre les échelles, depuis les mécanismes de fonctionnement de la mer Méditerranée jusqu'à la logique de la présence de plantes, en passant par l'écosystème ou le quartier. La région d'étude n'est pas de fait figée, mais dépend des questions abordées; il s'agit du grand Marseille au sens métropole Aix-Marseille Provence, une région emblématique sous influence de l'urbanisation, de l'industrialisation, du tourisme, de l'agriculture, etc., et sans qu'il soit possible de disposer d'une homogénéité spatiale et administrative au sens strict.

La gestion d'un territoire tel que celui de Marseille nécessite certes de penser local et à court terme pour résoudre les problèmes ou prospecter au plus proche des préoccupations des habitants. Toutefois, il est aussi nécessaire de se projeter à l'échelle globale spatialement, et sur une échelle de temps plus longue qui est celle de processus environnementaux sur plusieurs générations comme le sont le changement climatique, l'urbanisation, ou encore l'évolution incessante des activités commerciales. Aussi, il est aujourd'hui impératif de dépasser la gestion à court terme, car la ville et le territoire de demain se construisent aujourd'hui, et nous n'avons pas droit à l'erreur.

Les constats et les enjeux

En amont de ce travail de synthèse, force est de constater la dépendance de notre société aux problématiques environnementales et les choix en termes de gestion du territoire qu'imposent les problématiques environnementales. Le constat de cet enjeu environnemental, récent, devrait nous faire changer le paradigme de la planification et de la gestion territoriale. Tous les aspects de notre société sont aujourd'hui, à des degrés divers, climato-dépendants, soit par l'atténuation qu'ils nécessitent, soit par les impacts que la société subit et donc par son adaptation forcée à ces impacts. Ce constat est une donnée nouvelle par rapport au début des années 2000, dont la communauté scientifique et la société civile sont chaque jour plus conscientes, et qui doit être inscrit dans nos recherches et dans les politiques d'intervention.

Dans ce cadre, on notera :

- 1) l'importance des mécanismes d'échange de chaleur entre la ville et l'atmosphère qui a des répercussions sur la qualité de l'air, la santé publique, l'énergie, l'urbanisme, l'architecture, etc. ;
- 2) les forçages qui s'exercent sur les espèces et les écosystèmes via la gestion forestière, l'utilisation des ressources, la variation des agrosystèmes (expansion dans certains cas, rétraction dans d'autres), la contamination environnementale, la dégradation des milieux marins, etc. ;
- 3) l'importance et la complexité de la gestion du littoral, absolument centrale dans un espace comme celui de Marseille, du fait de la possibilité accrue d'événements extrêmes (tempêtes, canicules, submersions marines, séismes) et d'érosion côtière chronique, et ce dans une région où l'économie de la bande littorale est extrêmement développée.

Le second constat est celui de l'inéluctable croissance urbaine de l'agglomération marseillaise. C'est un processus irréversible comme dans la plupart des régions urbanisées du monde, qui implique une artificialisation croissante des sols et la diminution de la place laissée aux usages agricoles ou aux espaces naturels. La pression foncière et la spéculation provoquent de plus en plus un reclassement des terres agricoles en terres constructibles, ce qui peut constituer une opportunité

de croissance à court terme mais s'avère très contraignant sur le long terme; au tournant des années 2020, nous arrivons en effet à la limite de l'interface entre zones urbaines et zones à protéger. Ce débat est crucial car il concerne la nécessité d'atténuer le changement climatique; la sécurité alimentaire; le maintien des paysages, de la biodiversité et des services écosystémiques; et les risques d'inondations et d'incendies dont l'amplitude et la fréquence augmentent. Autant de pressions qui engendrent peu de protection juridique jusqu'à présent.

Les mécanismes qui provoquent cet étalement urbain sont très complexes et relèvent, au-delà de la croissance démographique pure, de variables politiques, économiques, sociologiques, urbanistiques du moment. Ces variables contribuent au jeu complexe des acteurs, lesquels, au travers des documents et des plans d'urbanisme, modifient les modes de vie. L'environnement a actuellement peu de place dans ce schéma et une réflexion l'intégrant à part entière est nécessaire pour maîtriser les usages du sol et leurs conséquences. Au moment où l'on tire la sonnette d'alarme face au réchauffement de la planète – et ce plus encore dans la région méditerranéenne – et aux multiples conséquences qui se font d'ores et déjà sentir, la ville doit en urgence inventer sa part de solution par une urbanisation durable et via les processus d'atténuation du changement climatique. Face à cette urgence, la complexité du dispositif des intervenants et de leurs champs de compétence est notable et limite la cohérence des politiques d'aménagement, ou, *a minima*, leur efficacité.

Le troisième constat est celui de la non-viabilité du modèle actuel de développement. Les coûts sociaux d'un tel modèle peuvent éventuellement paraître satisfaisants sur le court terme, si quelques actions de correction ponctuelles des effets environnementaux sont implémentées. Cependant, à plus long terme, si ces coûts deviennent trop importants pour les citoyens, ils réduiront l'attractivité du territoire. L'exemple le plus clair est celui de l'éloignement des zones de résidence (toujours plus loin à l'intérieur des terres) des zones d'emplois (qui restent sur la côte). De ce point de vue, les mécanismes de fonctionnement de la ville sont mal connus et mal appréhendés, mais leur convergence vers une fragmentation morphologique, sociale et écologique est bien documentée. En particulier, la fragmentation et la fermeture des espaces sont deux aspects qui vont à l'encontre de la durabilité, principalement par la spécialisation des lieux et la diminution de la biodiversité. Les barrières physiques qui se constituent sont autant de situations de blocage à la mobilité des personnes comme des espèces. Nous avons encore peu de méthodologie d'étude de la morphologie urbaine, alors qu'elle constitue un des éléments clés des impacts possibles du changement climatique et même de la génération de gaz à effet de serre. L'ilot de chaleur urbain est un bon exemple; il n'existe aucune modélisation suffisamment fine de son comportement ni de ses effets dans les quartiers de Marseille ou *a fortiori* dans les villes de la région. Il n'y a par ailleurs aucune étude sur le métabolisme urbain de nos villes de Provence et sur la génération de gaz à effet de serre ou de réchauffements localisés.

La ville de Marseille et sa métropole sont face à une forte demande de participation de la société civile car les politiques urbaines sont souvent déconnectées des préoccupations des citoyens. Il ne s'agit plus aujourd'hui de proposer, en matière d'urbanisme, des solutions techniques, *smart* ou innovantes, mais bien d'inclure des référentiels plus subjectifs comme la qualité de vie, le bien-être, les relations sociales, la présence de la nature en ville, la neutralité carbone, et les préoccupations toujours croissantes de préservation de l'environnement. Ainsi, la nécessité de repenser les politiques urbaines et l'aménagement vers plus de prise en charge des questions environnementales par les citoyens s'impose.

Le quatrième constat réside dans le mot *concentration*. Ce mot-clé, dans le contexte des risques naturels, industriels et liés aux variabilités du changement climatique, implique que nous donnions une urgence absolue à la construction d'une vision du développement futur de la région intégrant l'environnement et les questions de résilience urbaine. La Provence et la Côte d'Azur concentrent un cocktail d'aléas naturels et technologiques, qui coïncide avec la concentration de la population et des enjeux humains et naturels à protéger; toutes les populations sont en situation de risque. L'enjeu du risque urbain devient une priorité pour la recherche.

Face au changement climatique, la gestion de l'eau s'impose en premier lieu. La combinaison de différents facteurs comme la tension de la demande urbaine, l'imperméabilisation croissante des sols via l'urbanisation ou les extrêmes des pluies méditerranéennes (épisodes méditerranéens et crues associées, sécheresses) requiert des outils spécifiques d'alerte et de suivi. L'exemple des crues à Nice (octobre 2015) ou dans le Var (octobre 2018), pour ne parler que des plus récentes, nous rappelle qu'une vigilance constante n'est plus négociable. La position littorale de la plupart des villes importantes implique également des risques de submersion marine et de développement de petits raz de marée dévastateurs pour les côtes.

La même remarque vaut pour la question des incendies. En effet, des périodes de sécheresse plus fréquentes accroissent le risque d'incendie et l'intensité des feux. Dans le même temps, l'urbanisation croissante et le tourisme estival augmentent la population exposée et peu sensibilisée à ces questions, et la fréquence des feux aux portes de zones urbanisées ou d'infrastructures croît (autoroutes en particulier).

Enfin, le cinquième constat réside dans le mot *forçage*, mot un peu barbare qui signifie «perturbation d'un équilibre». Près de la moitié de cet ouvrage en fait état. La biodiversité terrestre, littorale ou marine est affectée par des situations diverses de forçage :

- espèces végétales invasives (introduites volontairement ou accidentellement) qui modifient considérablement les paysages et leur fonctionnalité, ou espèces opportunistes face au changement climatique (comme les bactéries, algues ou méduses);

Conclusions

- diminution de la biodiversité urbaine par la fragmentation et la diminution des espaces verts publics ;
- transformation des écosystèmes et disparition d'espèces endémiques sous l'effet d'une fréquence de feu accrue ;
- apparition d'espèces toxiques (cyanobactéries, par exemple) du fait de l'augmentation de la salinité des étangs ;
- artificialisation des sols par des pratiques trop intensives ;
- perturbation des écosystèmes par les pollutions multiples (industrielles du passé, rejets urbains et macrodéchets), etc.

Ces impacts sont souvent exacerbés en Méditerranée et particulièrement à Marseille. La ville est entourée d'un massif calcaire et non d'une zone agricole, ce qui lui donne un avantage pour la génération d'écosystèmes riches contenant beaucoup d'espèces endémiques. De même la mer, malgré sa pauvreté en sels minéraux et en plancton, est d'une très grande diversité, mais extrêmement sensible à des modifications de ses paramètres biologiques et chimiques. On sait que les variations de température et la fréquence des canicules ont une influence directe sur les communautés de gorgone et les migrations de poissons par exemple, qui deviennent de bons indicateurs de ce changement climatique.

Enjeux des connaissances scientifiques

Devant ces constats, les chercheurs font aussi face à de nombreux défis.

Le premier est sans doute celui de la création de connaissances spécifiques. Les changements environnementaux, associés à un développement économique non soutenable, sont des processus continus, relativement lents, qui demandent un suivi constant pour mesurer / suivre / comprendre / modéliser les évolutions du territoire Aix-Marseille : artificialisation, évolution des paysages, applications et efficacité de politiques publiques, etc. La construction et le suivi de bases de données sont un premier défi pour alimenter de telles recherches. Ces bases de données sont parfois onéreuses à mettre en place et à alimenter, et les pouvoirs publics ne sont pas toujours sensibilisés à un outil qui n'apporte pas de résultat immédiat. Le petit répertoire en fin de volume montre l'effort entrepris par les laboratoires d'OT-Med en matière d'observatoires et la diversité des mesures qu'ils procurent. Il reste à mettre en relation ces informations ; c'est le grand enjeu de l'interdisciplinarité qui se met en place depuis plusieurs années, mais dont les outils et mécanismes sont encore à améliorer.

Il reste par ailleurs des domaines thématiques sous-exploités et qui nécessiteraient des appuis spécifiques. Il faut par exemple renforcer le travail des naturalistes et le recensement des espèces et des écosystèmes susceptibles d'être impactés par le changement climatique. En effet, des espèces disparaissent en continu avant même d'être recensées, en particulier dans le milieu marin.

Les études taxonomiques restent donc indispensables, même si elles sont souvent perçues comme « démodées », et leur suivi dans le temps et dans le contexte de leurs écosystèmes est une tâche indispensable. Les particularités marseillaises liées à la préservation des sols et des milieux aquatiques d'eau douce ne sont sans doute pas assez étudiées par rapport à leur valeur et à leur vulnérabilité. Nous avons encore cité dans cette conclusion la modélisation du climat urbain, qui ne fait l'objet que de très peu d'études au niveau national. Les effets d'îlot de chaleur urbain risquent de handicaper le développement urbain dans le futur par l'accroissement de l'inconfort climatique, souvent délétère, par leurs conséquences sur la santé ou sur la biodiversité, par l'apparition de « sécheresses » urbaines, et par l'accroissement de la demande énergétique (climatisation). Il est donc urgent de s'intéresser à des mesures fines des relations entre morphologie urbaine, architecture et climat.

La même remarque s'applique à la modélisation des émissions et capture de CO₂ en ville. Les programmes en cours doivent être sans cesse renforcés pour comprendre comment fonctionne la ville et comment elle contribue aux GES. Ces programmes doivent être étendus aux écosystèmes naturels dont les forêts méditerranéennes qui sont encore à ce jour des puits de carbone, mais qui pourraient devenir des sources sous la contrainte du réchauffement.

D'une manière générale, nous ne savons pas grand-chose du fonctionnement de la ville du point de vue de son métabolisme, de son climat (en relation à sa morphologie), et des impacts des variabilités climatiques sur sa vulnérabilité physique et sociale, etc. Nous ne savons absolument pas si les propositions architecturales et urbanistiques d'aujourd'hui répondront aux nécessités des impacts du changement climatique dans quarante ou cinquante ans; tout comme nous ne savons pas, il y a cinquante ans, que le modèle des cités de banlieue serait un échec social et économique. Cette constatation nous appelle à plus d'humilité sur l'état de nos connaissances et à innover dans un cadre de changement de paradigme urbain. L'ambition nous semble devoir être de diminuer le métabolisme urbain, et pour cela, de mieux connaître ce métabolisme. C'est une connaissance qui existe malheureusement dans peu de villes de France. Par ailleurs, il est nécessaire d'évaluer les « modèles » urbains aujourd'hui en vogue comme les écoquartiers, les bâtiments intelligents, les villes zéro carbone, etc. à la lumière de ce métabolisme, des modèles de variabilité climatique et des conditions de durabilité sociale.

Cette question du suivi nous amène à celle de la construction d'indicateurs d'état et de suivi des manifestations et des impacts des changements environnementaux. Si nous désirons avoir des points de repère en matière d'évolution des espèces et des écosystèmes anthropiques et « naturels » et en relation avec les pressions socio-économiques et environnementales, il nous faut des indicateurs fiables, facilement mesurables, et qui puissent être utilisés directement par les pouvoirs publics dans leur gestion du territoire. Une même et unique référence est nécessaire du côté de la recherche et du côté des décideurs; c'est

indispensable pour l'efficacité de nos recherches et des actions de gestion. Le corail rouge a par exemple été cité comme un bon indicateur de la santé des écosystèmes marins; la question est maintenant de savoir s'il peut faire l'objet d'un suivi régulier, raisonnable du point de vue économique, et au service de la définition de politiques de gestion par les collectivités territoriales. Les conditions optimales de ce transfert font aussi partie des enjeux de recherche.

Un des défis de la recherche est ainsi le « transfert » de ces connaissances aux acteurs, ou mieux, les modalités de travail, d'échange et de dialogue avec les acteurs et les collectivités territoriales pour une meilleure gestion à long terme. L'interdisciplinarité que le LabEx OT-Med promeut depuis 2012 devrait être le moteur d'approches plus transversales dans les politiques environnementales et d'aménagement du territoire. De même, il est nécessaire d'intégrer les effets d'échelle dans nos recherches et dans les réflexions sur les politiques. Il est restrictif de penser seulement local, car les réponses se font sentir souvent à une échelle régionale, voire plus, comme nous le montre l'introduction du chapitre sur la mer.

Cette question du transfert tourne autour des questions environnementales, certes, mais surtout du modèle d'occupation de l'espace. Quelle limite à l'expansion, à la densification? Hypercentre ou multifonctionnalité? Ces questions appellent à être étudiées concrètement, en pesant leurs avantages et leurs inconvénients, et en réalisant un bilan pour connaître les options les plus favorables dans un processus de remédiation ou d'adaptation.

Enfin, nos recherches sont de plus en plus orientées vers des réponses opérationnelles. En termes de modèles comme en termes d'outils, les approches multirisques et la prise en compte des enjeux sociétaux (ségrégation, perception, acceptabilité, coût, etc.) nous permettent d'améliorer les outils de prévention, voire d'en créer de nouveaux. Enfin, les réponses issues de l'ingénierie ne sont pas forcément les plus efficaces ni innovantes par rapport à celles qui se basent sur des réseaux d'expériences (Association France Digue, MC3, etc.).

De ce panorama un peu pessimiste, il faut retenir la mobilisation de la communauté scientifique et le rapprochement, sans cesse croissant, de cette communauté avec les agences d'urbanisme et les institutions en charge de la gestion du territoire. À ce titre, le GREC-Sud (Groupe régional d'experts sur le climat en région Sud-PACA) est un bel exemple de dialogue entre les scientifiques et les acteurs. Ce dialogue est un élément très prometteur car, malgré les limites mentionnées précédemment, les savoirs s'accumulent et les mécanismes et impacts possibles du changement climatique sont de plus en plus connus. Il existe beaucoup d'outils et de techniques qui nous permettent d'affronter les transitions et dans la région qui nous occupe, celle de Marseille et de la Méditerranée, de nombreuses opportunités écologiques et économiques se présentent, à condition, bien sûr, que nous sachions choisir et maîtriser les bons paramètres.

De multiples initiatives existent déjà, souvent en association avec les laboratoires de recherche. Dans le domaine de l'agriculture péri-urbaine ou même urbaine, on se référera à l'article de M. Moussaoui et P. Rossello¹, sur le site du GREC-Sud, qui fait une analyse du « triangle vertueux de l'agriculture urbaine » (figure 1).

Dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme, des études et expériences sont réalisées sur la végétalisation des toits (Consortium scientifique, avec l'IMBE, l'université de Louvain et l'université d'Avignon, associant des financements d'entreprises du bâtiment et des collectivités) en association avec l'École d'architecture de Marseille; tout comme des études sur l'architecture des habitats et des jardins en relation avec les espèces envahissantes (moustiques avec les équipes du LPED et de l'école d'architecture). Un projet LIFE « Nature dans les villes: gouvernance pour l'adaptation au changement climatique dans les métropoles côtières de Provence-Alpes-Côte d'Azur », qui rassemble un laboratoire de recherche (LPED) et six collectivités locales et régionales, propose des formations virtuelles aux agents des collectivités pour développer l'intégration des infrastructures vertes et bleues dans les projets d'aménagements.

Dans le domaine des risques, c'est la mission de l'INRAE de développer des actions en relation avec les politiques publiques. Dans le domaine des risques, en particulier des incendies, les recherches sont appliquées directement dans les dispositifs de prévention et d'intervention. Le pôle SAFE est une association qui permet à ses adhérents, entreprises et laboratoires de recherche de coopérer et d'accompagner le montage de projets collaboratifs sur la thématique du « Risque ».

En matière énergétique, de très nombreuses associations² et entreprises proposent aujourd'hui une offre en matière de transition vers une production autonome d'énergie électrique. Le centre CEA de Cadarache, bien que dédié au nucléaire, dispose de plusieurs programmes d'énergie alternative (solaire et bioénergie), en collaboration avec Aix-Marseille Université, l'Ifremer ou le CEREGE.

La conscience de la contamination de l'espace maritime s'empare aujourd'hui de nombreuses associations qui développent des activités autour de l'éducation ou de la récolte des déchets sur le littoral ou en mer. Les opérations de sensibilisation « zéro plastique » qui ont lieu tous les étés sont un succès, tant dans la collaboration entre la région PACA et les associations que dans la

1 M. Moussaoui, P. Rossello, « L'émergence de l'agriculture urbaine en milieu méditerranéen: entre potentiel et illusions (focus sur la métropole d'Aix-Marseille-Provence) », <http://www.grec-sud.fr/article/emergence-agriculture-urbaine-metropole-aix-marseille-provence>. On se référera d'ailleurs aux nombreux cahiers du GREC-Sud qui montrent de nombreuses réalisations en matière d'adaptation au changement climatique.

2 Voir en particulier l'annuaire de l'ARPE: <http://www.arpe-paca.org/associations.asp?ThNum=Th00000408>.

Conclusions

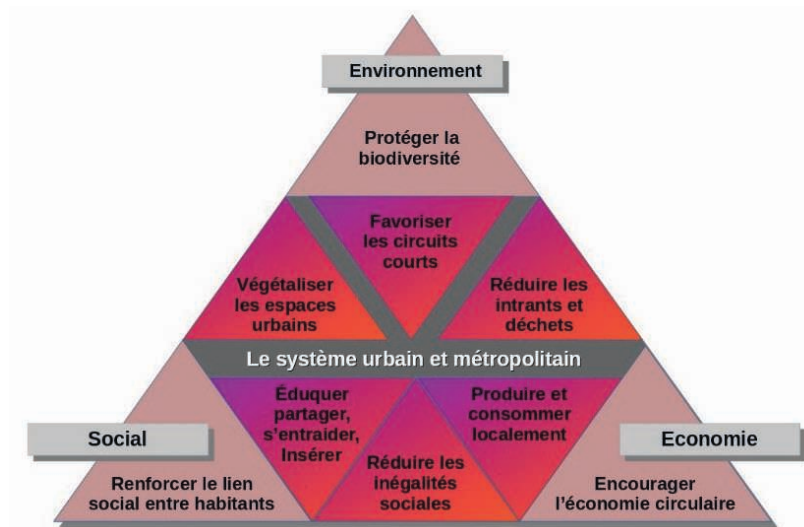


Figure 1. Triangle vertueux de l'agriculture urbaine. (Crédits : Myriam Moussaoui.)

prise en charge par les collectivités et l'Union européenne dans le cadre du plan climat, et dans les résultats sur les comportements des citoyens.

La mer Méditerranée est une masse énergétique précieuse, le soleil ne manque pas, et les vents qui balaient son littoral sont potentiellement sources d'énergie. La mobilisation de nos ressources humaines nous permettra de les utiliser au mieux et d'accompagner la transition environnementale déjà engagée en Méditerranée, grâce à une sensibilisation de l'ensemble des acteurs sur les enjeux décrits dans cet ouvrage.

Mazurek Hubert, Curt T., Guiot J. (2021).

Conclusions.

In : Guiot J. (ed.) , Mazurek Hubert (ed.), Curt T. (ed.),
Raimbault P. (ed.), Collange L. (ed.), Thomas S. (ed.). Marseille
et l'environnement : bilan, qualité et enjeux : le
développement durable d'une grande ville littorale face au
changement climatique.

Aix-en Provence : Presses Universitaires de Provence, 221-
229. (Sciences Technologies Santé). ISBN 979-10-320-0293-3.