

Rapport final (10 pages)

Acronyme	RiViERE		
Titre du projet	Renaturer la <u>VILLE</u> : facteur de <u>RisquE</u> ou de bien-être social aux yeux des habitants et des usagers ? L'apport d'une médiation paysagère.		
Coordinateur scientifique	Nom	Prénom	Fonction
	Cottet	Marylise	CR
	Laboratoire	Téléphone	Mail
	UMR 5600	04 37 37 63 48	marylise.cottet@ens-lyon.fr
Liste Partenaires	N°	Laboratoire / Equipe	Correspondant scientifique
Partenaires académiques *	1	EVS	Marylise Cottet
	2	LIRIS	Christian Wolf
	3	Ecologie microbienne	Benoit Cournoyer
	4	LEHNA/IPE	Yves Perrodin
	5		
Partenaires praticiens	4	SPL SEGAPAL gestion des espaces publics du Rhône amont (plus loin nommé SPL SEGAPAL)	Catherine Petit
	5	SAGYRC	Stéphane Guérin
	6	Grand Lyon (direction de l'eau)	Elodie Renouf

I. Rappel des objectifs

On observe aujourd'hui une réelle volonté politique de rétablir de la « nature » dans la ville. La renaturation de la ville favorise un cadre de vie et un cadre récréatif favorables au bien-être social. Elle contribue à une esthétique de la ville et induit des bénéfices remarquables sur les plans physio-psychologique (diminution du stress, amélioration de l'état de santé) et social (amélioration de la cohésion sociale). La renaturation de la ville apparaît également bénéfique sur le plan écologique, en favorisant la préservation d'une certaine biodiversité. Pourtant, le rétablissement de la nature en ville réintroduit en parallèle certains risques. Les milieux aquatiques occasionnent en particulier, dans un cadre urbain, différents types de risques pour les sociétés (risque inondation, risque sanitaire). Ces écosystèmes sont soumis en retour à un risque de dégradation (risque écotoxicologique). La renaturation de la ville est donc empreinte d'ambivalence ; ambivalence qui se traduit en pratique par une certaine complexité de gestion : comment concilier les différentes fonctions qui sont attribuées à ces espaces de nature urbaine (fonction de préservation de la biodiversité vs fonctions récréatives et résidentielles) ? Cette vaste question suppose de prêter une attention particulière à la manière dont les sociétés appréhendent cette complexité. Il est en effet utile de comprendre quels sont les déterminants des perceptions, des représentations et des pratiques sociales liées à la nature en ville. Il est souvent délicat, pour le public, de s'exprimer sur la nature et sur leurs attentes. Il convient donc de trouver des médiations. Le

paysage constitue l'échelle d'interaction entre les hommes et la nature. Il privilégie une relation sensible à la nature, accessible à tous. La perception paysagère devient ainsi une entrée-clé pour mieux comprendre les liens qui unissent les hommes à la nature.

Dans ce contexte, le projet poursuit trois objectifs majeurs.

1. Apporter des connaissances sur les perceptions et les représentations de différents acteurs vis-à-vis des espaces de nature en ville et les comparer entre elles. Il s'agit en particulier : (a) d'identifier les attributs paysagers qui influencent ces perceptions et de déterminer dans quelle mesure la présence de nature en ville est associée dans les esprits au risque ou à une valeur esthétique, récréative ou écologique ; (b) de caractériser dans quelle mesure ces perceptions influencent les pratiques liées aux espaces de nature.
2. Confronter ces représentations aux mesures objectivant les dangers, aux réglementations en vigueur et aux pratiques constatées.
3. Développer de nouvelles méthodologies pour l'analyse des perceptions paysagères basées sur l'oculométrie et évaluer leurs apports (bénéfices et limites), en approfondissant les recherches relatives à la segmentation de vidéos et de reconnaissance d'objet.

Ces objectifs s'appuieront sur deux terrains d'étude situés au cœur de l'agglomération lyonnaise : le Grand Parc à Miribel Jonage et les berges de l'Yzeron à Oullins. Ces deux territoires incarnent au plus haut point les enjeux de renaturation urbaine et les interrogations qu'elle soulève.

II. Avancées scientifiques

Les espaces de nature influencent les perceptions et les représentations associées à la ville, quel que soit le type d'acteur considéré. Il a été montré que cette influence se manifeste de différentes manières. La présence d'éléments naturels modifie l'attention visuelle des observateurs, influence les préférences paysagères et oriente les pratiques sociales. D'une manière générale, il est associé aux espaces de nature urbaine une valeur élevée, liée avant tout à ses qualités esthétiques et récréatives. Toutefois, les résultats interrogent avant tout la définition donnée à la nature en ville. Habitants et experts s'individualisent notamment sur leurs représentations de la nature. Pour les premiers, un espace verdoyant est déjà un espace de nature, tandis que les seconds ne conçoivent la nature que dans la mesure où elle constitue des écosystèmes fonctionnels.

Le risque est très peu présent dans les perceptions et les représentations des habitants et des usagers. Seule la présence de déchets au sein des espaces de nature urbaine est parfois interprétée comme une pollution. Les analyses menées en écologie montrent toutefois que l'interaction entre les sociétés et les espaces de nature urbaine n'est pas neutre : elle occasionne certains risques écotoxicologiques et sanitaires, même s'ils s'avèrent réduits. A Miribel, la mise au point d'une méthode d'évaluation des risques liés aux polluants chimiques a permis de montrer que l'équilibre des milieux naturels dans le parc était avant tout menacé par la circulation et le stationnement de véhicules, par les interactions entre le Rhône et la nappe phréatique, et par les débordements du canal de Miribel lors des crues. D'un point de vue microbiologique, il a été montré que les activités récréatives modifient le microbiote et augmentent l'exposition aux bactéries d'origine humaine lors de l'activité de baignade. Le caractère limité de ces risques ne paraît pas être un obstacle à la dynamique actuelle de renaturation urbaine (à condition que les sources et les flux de polluants soient considérés et pris en compte dans les plans de gestion), d'autant qu'il a été montré, à partir du cas de l'Yzeron, que la renaturation ne contribuait pas à accentuer le danger microbiologique.

D'un point de vue méthodologique, l'interaction disciplinaire a permis de renouveler les méthodes d'analyse des perceptions environnementales. Les données de fixations, issues de la captation par eye-tracking, ont pu être considérées et analysées. Les résultats produits (montrant une variabilité des comportements oculaires en fonction du contexte paysager et plus spécifiquement du degré de naturalité de l'environnement) montrent que les méthodes d'eye-tracking présentent un intérêt majeur pour les études de perception

environnementales. La méthode de segmentation d'image par apprentissage automatique, développée par les informaticiens, est une avancée prometteuse pour parvenir, à terme, à une méthode d'analyse semi-automatique des données. Elle a par ailleurs permis d'approfondir les connaissances dans le domaine de la segmentation sémantique de scène.

III. Interactions entre les disciplines impliquées et la valeur ajoutée par cette pluridisciplinarité

Trois champs disciplinaires ont été impliqués dans ce projet : la géographie sociale, l'écologie et l'informatique. En pratique, le travail pluridisciplinaire s'est organisé par couples disciplinaires : la géographie sociale et l'écologie ont collaboré à la caractérisation des relations entre les sociétés urbaines et les espaces de nature en ville (perception et objectivation) ; tandis que la géographie sociale et l'informatique ont œuvré aux développements méthodologiques nécessaires à l'utilisation de l'eye-tracking dans le cadre des études de perception paysagère.

Liens entre géographie sociale et écologie et bénéfiques pour le projet

Le travail pluridisciplinaire entre géographie sociale et écologie a consisté en une co-construction du travail de terrain. Des terrains identiques ont été définis pour l'échantillonnage des données écologiques et pour les enquêtes des habitants et des usagers. Les questionnaires ont également été co-construits de manière à produire des données pertinentes pour les problématiques géographiques et écologiques. Ces efforts visaient à favoriser un interfaçage des données écologiques et géographiques. En pratique, compte-tenu de la différence d'effectif des échantillons, il est apparu délicat de croiser les données au sein d'analyses statistiques. Toutefois, une lecture croisée qualitative des résultats a pu être réalisée. Le travail d'interprétation a également donné lieu à des échanges. Au final, ce travail pluridisciplinaire a permis une mise en regard des données subjectives (perceptions) et objectivées (analyses chimiques et biologiques) à l'échelle de sites et de paysages variés.

Liens entre géographie sociale et informatique et bénéfiques pour le projet

L'utilisation d'eye-tracker mobile dans le cadre d'études de perception paysagère est une démarche très innovante, qui pose toutefois d'importantes questions méthodologiques. Le traitement manuel de la donnée est très chronophage et rend nécessaire l'automatisation de certaines tâches. Il s'agit notamment de concevoir des algorithmes informatiques pour le traitement entièrement automatique des données de fixation, c.à.d. d'inférer, à chaque instant, la nature de l'objet regardé (*forêt, pelouse, bac à fleurs, rivière, béton, rocher* etc.). Cela fait appel à des développements en segmentation vidéo. L'utilisation des eye-trackers mobiles et la production de nouveaux types de données pour la compréhension des perceptions paysagères dépendent donc d'une collaboration étroite entre géographie sociale et informatique. Le bénéfice pour la géographie sociale est évident. Pour les informaticiens, il permet d'approfondir les recherches dans le domaine de la vision tout en répondant à des enjeux de société. D'un point de vue plus pratique, les données produites à l'aide de l'eye-tracker mobile produisent des jeux de données vidéos conséquents qui se prêtent au développement de nouvelles méthodes d'apprentissage de données et de reconnaissance d'objets.

Le travail collaboratif a reposé sur des discussions approfondies, nécessaires à la compréhension des besoins des deux champs disciplinaires : il s'agit non seulement de définir quels types de données doivent être produits *in fine* pour accompagner l'analyse et l'interprétation des données de fixation, mais aussi d'explicitier les besoins nécessaires aux développements informatiques (et donc la manière dont les données d'eye-tracking doivent être produites). Ainsi, informaticiens et géographes ont œuvré à la définition du protocole d'acquisition des données d'eye-tracking produites grâce aux enquêtes. Les résultats obtenus dans le cadre de ce présent contrat méritent encore certains développements pour servir pleinement à l'interprétation des données oculaires. Toutefois, certaines étapes ont été franchies et le consortium est en place pour approfondir ces premières avancées (cf perspectives de recherche).

IV. Résultats obtenus, publications, valorisation et exploitation des résultats

A. Des connaissances sur les liens établis entre présence de nature et qualité perçue de l'environnement urbain

A.1. Des perceptions de la ville très influencées par la présence de nature

Les résultats de cette étude montrent qu'il existe un impact tangible de la nature urbaine sur les perceptions. Concernant les données oculométriques, non seulement les riverains de l'Yzeron passent plus de temps à observer le paysage où la rivière est « naturelle » (chenal non bétonné ; station 9) que ceux où la rivière est artificialisée, mais les durées de leurs fixations sur le premier sont également significativement plus longues (Figure 1).

Concernant les données discours, il est apparu que la station « naturelle » (station 9) avait un statut à part. Elle s'individualise avant tout par la naturalité perçue du lit et par la beauté qui en émane.

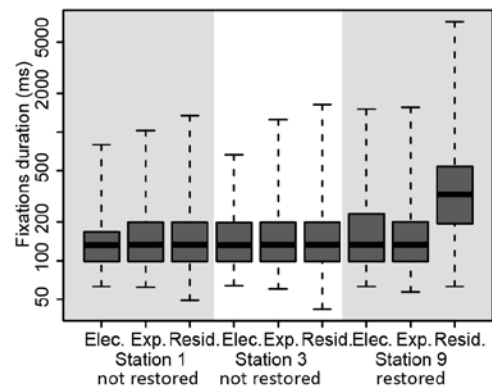


Figure 1 : Distribution des durées des fixations oculaires en fonction de la scène et du type d'acteur

Les évolutions paysagères induites par la renaturation sont jugées positives, y compris au cœur des territoires urbains. Ce résultat n'avait rien d'évident a priori, dans la mesure où l'on sait que, dans nos cultures, les sociétés ont tendance à préférer des paysages jugés propres, nets et bien entretenus. Or, toute renaturation réintroduit un certain désordre (i.e. dépôts sédimentaires ou colonisation végétale spontanée)... Il est néanmoins important de nuancer l'appréciation portée à la naturalité dans cette étude : l'ensemble des marques d'entretien du paysage ont en effet été particulièrement valorisées dans les réponses (pelouses rases et tondues, débarrassées des débris ligneux apportés par les crues), alors que certaines caractéristiques paysagères typiques d'environnements naturels (herbes hautes en friche) ont été particulièrement décriées et sont interprétées comme le signe d'un abandon et d'une dégradation. Ces éléments questionnent en réalité la, ou plutôt, les définitions données au concept de « nature ».

Les résultats montrent également qu'une renaturation engendre des modifications tout à fait sensibles chez les riverains, dans leur manière d'observer les paysages urbains. Leurs mouvements oculaires semblent beaucoup plus posés (temps de fixation beaucoup plus longs). Cette rupture, si l'on en croit les réponses apportées dans le cadre du questionnaire, pourrait être liée au surcroît de naturalité qui caractérise la scène. Cette hypothèse mérite d'être approfondie et validée.

A.2. Les habitants et les usagers des espaces de nature en ville ont des perceptions originales par rapport aux experts

A Oullins comme à Miribel, le dyptique naturel/ artificiel apparaît structurer fortement les perceptions quel que soit le type d'acteurs considéré. Les marques d'artificialisation dans le paysage suscitent des jugements négatifs, alors que les marques de naturalité donnent lieu à des jugements positifs. Pourtant, riverains et experts se démarquent à plusieurs égards.

A Oullins, les riverains accordent une valeur élevée à certaines empreintes humaines et notamment, à celles qui définissent leur quartier et la vie sociale qui l'anime (maisons, jeux d'enfants...). D'autre part, la définition donnée à la « nature » diffère sensiblement entre les riverains et les experts (Figure 2). Pour les premiers, la présence végétale suffit à définir la « nature », de même que c'est le caractère entretenu de cette végétation qui qualifie à leurs yeux une nature de qualité. Pour les seconds, la « nature » rime avant tout avec « diversité » et « dynamique » environnementales. Ainsi, l'idée de nature apparaît bien différenciée dans les représentations des habitants et des experts. Tandis que pour les premiers, un écran de verdure paraît

suffisant pour définir ce qu'est un environnement naturel, pour les seconds, la nature est définie avant tout par une diversité et des dynamiques.



Figure 2 : Termes utilisés par les habitants (a.) et les experts (b.) pour désigner le milieu naturel à Oullins

A Miribel, les personnes interrogées appréhendent le parc avant tout pour les opportunités de loisirs qu'il crée (la baignade étant de loin l'activité la plus pratiquée) et pour le cadre naturel (« éloigné de la ville ») qu'il représente. Cet espace de nature est donc avant tout valorisé pour son caractère récréatif. Lorsque les usagers sont interrogés sur les facteurs qui contribuent à créer la qualité de ce lieu, sa composante naturelle est mentionnée avant toute chose (Figure 3) : la faune, l'emprise végétale et le lac contribuent à en faire un lieu « sauvage », « naturel » et « esthétique ». Seules les « lignes électriques » viennent entacher leur expérience de cet espace naturel. L'entrée paysagère est donc privilégiée dans leur discours et la notion de risque transparait très peu. Si une « pollution » est mentionnée, elle se rapporte à la présence de déchets (plastiques). Et lorsque les usagers sont interrogés plus spécifiquement sur le risque sanitaire induit par la baignade dans le lac et sur les éventuelles mesures qu'ils prennent pour s'en prévenir, ils jugent le risque très faible et ne manifestent généralement que peu de préoccupation sur le sujet. Ce constat les distingue des experts qui prêtent une attention bien supérieure aux éventuels marqueurs de pollution dans le paysage et à leurs sources potentielles (« pathogène », « poubelle », « stagnant »).

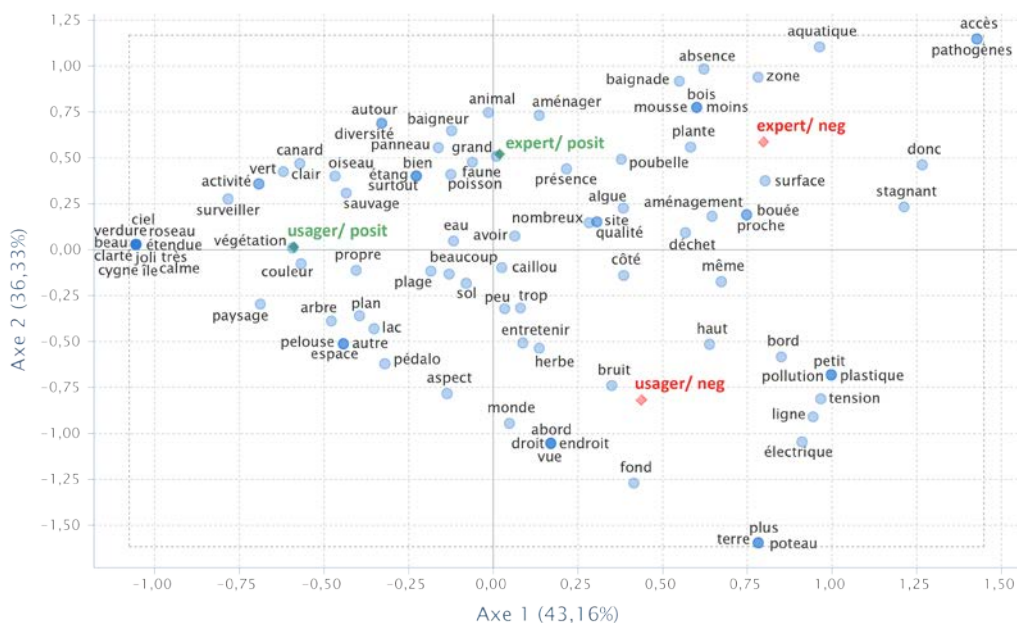


Figure 3 : ACP illustrant les relations entre les termes cités pour qualifier la qualité du paysage et le type d'acteur interrogé.

A.3. Un approfondissement des connaissances sur les risques sanitaires et écotoxicologiques liés à la nature en ville

A.3.1. Parc de Miribel-Jonage

Une évaluation des risques liés aux polluants chimiques

L'étude a pris en compte les différents risques sanitaires et écotoxicologiques liés aux polluants chimiques, et potentiellement présents sur le site : (a) risques sanitaires liés à la consommation d'eau de la nappe locale potentiellement polluée via sa connexion avec le Rhône, (b) risques sanitaires liés aux cyanobactéries, (c) risques écotoxicologiques liés au déversement par le Rhône de sédiments potentiellement contaminés lors des crues, (d) risques écotoxicologiques liés aux transports et aux eaux de ruissellement des parkings et des routes, et (e) risques écotoxicologiques liés au ruissellement agricole (pesticides,...). Ces risques ont été étudiés selon trois étapes successives : (i) l'identification des sources de pollution, (ii) la caractérisation du danger représenté par ces sources, et finalement (iii) l'évaluation du risque environnemental lié à ces sources de danger, tenant compte de l'exposition des milieux à ces sources. Les outils de caractérisation retenus pour la caractérisation des sources de danger sont des analyses chimiques, des tests écotoxicologiques, et l'utilisation d'un appareil de détection des cyanobactéries (Benthotorch). L'évaluation des expositions repose sur des observations de terrain et sur les études hydrogéologiques existantes. La dernière étape a donné lieu à la construction d'une grille multi-critères permettant de hiérarchiser les différents risques présents sur le site, en tenant en compte à la fois des dangers et des expositions. Ces résultats sont maintenant à valider par des campagnes d'analyses plus nombreuses, tant sur le plan spatial que temporel.

Suite à cette analyse préliminaire des risques, on peut dire que les pollutions qui menacent le plus l'équilibre des milieux naturels dans le parc sont celles liées à la circulation et au stationnement de véhicules, aux interactions entre le Rhône et la nappe phréatique, et aux débordements du canal de Miribel lors des crues.

Ces conclusions sont néanmoins à envisager comme le résultat d'une étude exploratoire. En effet, les outils mis en place pour caractériser les sources de pollution se sont heurtés aux limites des moyens disponibles dans le cadre de l'étude. Les analyses chimiques et les tests écotoxicologiques ne pouvaient pas être réalisés de manière approfondie et sur un nombre important d'échantillons. La solution consistant à utiliser des sols et des sédiments situés sur le parcours des effluents ou eaux de ruissellement s'est révélée être une bonne méthode dans le cadre de la présente étude mais d'autres méthodes seraient à privilégier pour une analyse plus fine de la pollution générée par ces phénomènes. L'intérêt de la Benthotorch est certain pour estimer le développement algal en général et celui des cyanobactéries en particulier, mais il serait bon d'y associer des mesures dans la colonne d'eau afin de se confronter aux seuils fixés par l'OMS.

Ces résultats ont ensuite été confrontés aux résultats des enquêtes menées sur la perception des risques des usagers du parc aux résultats obtenus dans le cadre de ce travail afin d'observer si la perception est en adéquation avec les résultats de l'analyse des risques.

Les activités récréatives modifient le microbiote et augmentent l'exposition aux bactéries d'origine humaine

Les hypothèses de travail ont concerné l'incidence des baigneurs et activités humaines sur la diversité bactérienne e.g. présence de bactéries d'origine fécale et espèces pathogènes, mais également l'incidence probable des mouvements de nappe sur la diversité bactérienne observée.

Le parc de Miribel-Jonage a la particularité d'être formé de plusieurs plans d'eau, dont un, le plus grand (les eaux bleues), contient des plages aménagées pour accueillir les usagers (zone de baignade délimitée et surveillée, présence de lieux de restauration, de parking, etc...). Afin de prendre en compte les variations d'affluence du Parc à des fins récréatives, il a été décidé de réaliser les prélèvements avant le début des vacances d'été, pendant et après cette période de vacances. Ainsi, trois campagnes de prélèvements ont été effectuées : le 16 juin, le 12 Juillet et le 12 Septembre 2014. La stratégie d'échantillonnage a consisté à réaliser des prélèvements au niveau des plages aménagées et à réaliser au moins un prélèvement pour les autres plans d'eau (Figure 4). Trois types de jeu de données ont été produits à partir des prélèvements : (1) paramètres

physico-chimiques : pH, T°C, turbidité, conductivité ; (2) dénombrements bactériens – hétérotrophes totaux, *E. coli*, entérocoques intestinaux, coliformes totaux, et *Pseudomonas* et apparentés ; (3) quantification de signatures d'ADN indicatrices de la présence de taxons bactériens particuliers et d'intégrons (support de certaines antibio-résistances ; données non-présentées).

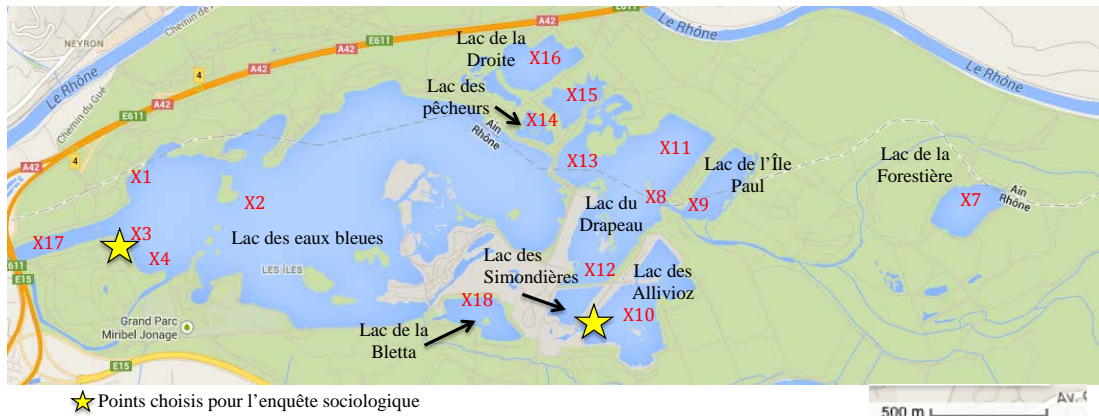


Figure 4 : Localisation des points (X) de prélèvement. Analyses microbiologiques.

Les analyses microbiologiques ont démontré un impact de l'homme sur la diversité bactérienne des lacs du Parc de Miribel-Jonage. Les activités récréatives de la période de juillet ont conduit à des transferts de contaminants bactériens d'origine humaine (*Bacterioidales* humains) vers l'ensemble des lacs du Parc. Ces contaminations ont conduit à une observation de valeurs hautes en *E. coli* et entérocoques au niveau des zones de baignade surveillées ; valeurs indicatives d'une plus forte probabilité d'infection par des micro-organismes responsables de gastro-entérite. Une relation statistique significative entre valeur de pH et diversité bactérienne (inférée par analyse de signatures d'ADN *rrs*) a également été observée (Figure 5). Ces analyses de signatures d'ADN ont été effectuées sur la base de 15000 séquences *rrs* de qualité (720 000 séquences au total) par prélèvement. La Figure 5 présente une analyse Canonique de Corrélation de l'incidence des variables physico-chimiques sur la structuration des jeux de séquences d'ADN. Cette analyse démontre la relation entre pH, zones de baignade et diversité bactérienne.

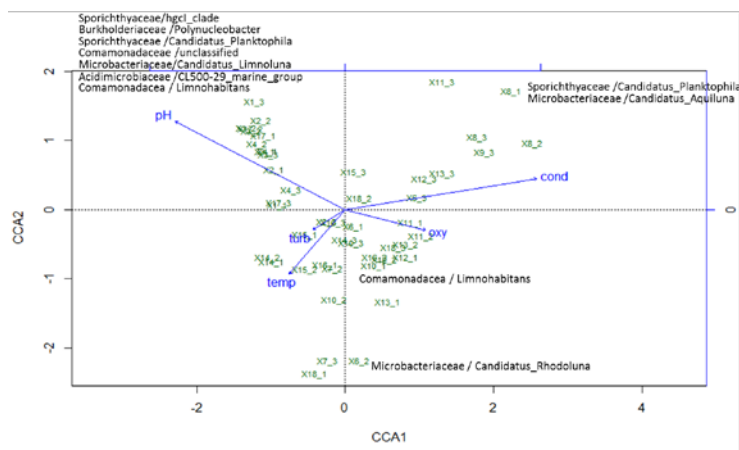


Figure 5 : Analyse Canonique de Corrélation entre les variables physico-chimiques et la répartition des signatures d'ADN (classification famille/genre)

La rivière Yzeron : sa restauration ne devrait pas augmenter les dangers microbiologiques en raison d'une résistance du lit sédimentaire face à la colonisation par des bactéries allochtones

Les méthodologies déployées pour évaluer l'incidence des activités récréatives sur la diversité bactérienne des eaux des Lacs du Parc de Miribel-Jonage, ont été appliquées au secteur de l'Yzeron en cours de réhabilitation. Une confrontation entre la diversité bactérienne des sédiments à l'exutoire de l'Yzeron et ceux d'un affluent, la

Chaudanne, a été effectuée. Cet affluent est fortement impacté par des activités agricoles et des rejets de réseaux unitaires par temps de pluie. L'hypothèse testée concernait le rôle « protecteur » d'un lit bétonné à l'exutoire de l'Yzeron face aux contaminants microbiens déversés dans le cours d'eau (en amont). Pour illustrer les résultats obtenus, nous avons choisi de présenter les données de diversité *rrs* (Figure 6). Ces données montrent une structuration des communautés bactériennes des sédiments peu impactée par les contaminants microbiens rejetés dans le cours d'eau. Les sédiments de l'exutoire et ceux de la Chaudanne montrent des signatures très similaires, et peu impactées par les rejets agricoles ou urbains. Par contre, la proximité de zones de rejet de réseaux unitaires a montré un impact sur la diversité bactérienne des eaux de surface. Les eaux de surface à l'exutoire et à la source de l'Yzeron ont montré une diversité similaire. Les eaux de surface collectées à proximité d'un déversoir d'orage ont montré une diversité se rapprochant de celle des eaux usées. En conclusion, la restauration de l'Yzeron ne devrait pas modifier la structure des communautés bactériennes des sédiments, et ne devraient donc pas favoriser l'implantation de formes bactériennes (pathogènes) indésirables. Ces résultats donnent un aperçu de la diversité à l'exutoire de l'Yzeron avant les travaux de réhabilitation. Des analyses similaires pourraient être effectuées dans quelques années, après la réhabilitation, pour confirmer les inférences effectuées.

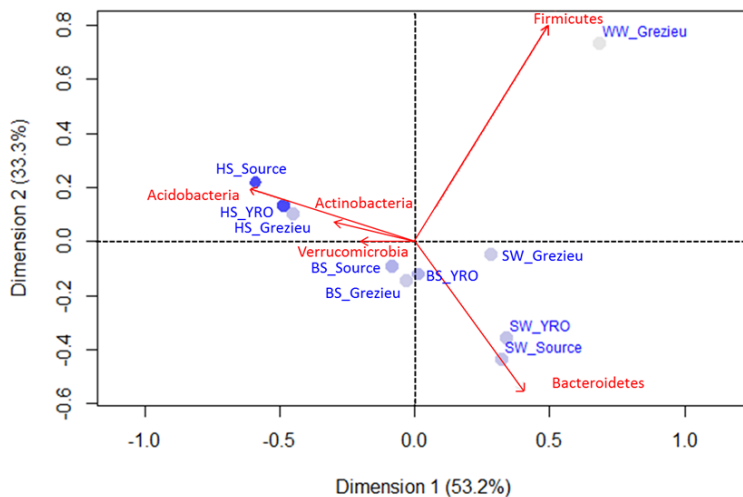


Figure 6 : ACP illustrant les relations entre la nature des prélèvements du BV de l'Yzeron (dont leur origine) et leur diversité au niveau des phyla bactériens (n=15). SW, eau de surface; BS, sédiment benthique; HS, sédiment hyporhéique; WW, eaux usées. Les phyla dominants sont indiqués.

B. Des avancées méthodologiques majeures pour l'utilisation de l'eye-tracking pour l'étude des perceptions paysagères

B.1. Acquisition et traitement données : des difficultés mais l'établissement d'un protocole fiable et capable de produire des données intéressantes pour l'étude des perceptions.

L'utilisation d'un eye-tracker mobile dans le cadre d'une problématique paysagère est inédite. Le travail effectué a permis d'effectuer un important retour d'expérience d'un point de vue méthodologique, en ce qui concerne l'acquisition et le traitement des données oculométriques. Les réflexions ont conduit à la définition d'un protocole fiable pour l'étude des perceptions paysagères en condition réelle. Certaines limites et perspectives d'amélioration ont été pointées. L'ensemble de ces éléments ont été synthétisés dans une publication (soumis).

B.2. Reconnaissance du contenu sémantique de la scène : des premières avancées pour la levée de verrous méthodologiques

Un des objectifs du projet était la reconnaissance automatique du type d'objet correspondant à chaque point de fixation à chaque instant de chaque vidéo. Ce problème a été abordé avec une méthode qui relève de deux domaines, à savoir la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique. A partir d'une base d'images annotées manuellement (voir section B.3), un modèle de prédiction a été appris, permettant de segmenter une image en régions pertinentes du point de vue sémantique, et le plus souvent homogènes en termes de

caractéristiques images (couleurs, textures, etc). Les classes sémantiques définies par les collègues géographes étaient les suivantes: {pelouse, eau, sable, personne, bassin, arbre, animal, pierre, arbuste, bâtiment, autre}. La figure 7 donne quelques exemples de telles segmentations.

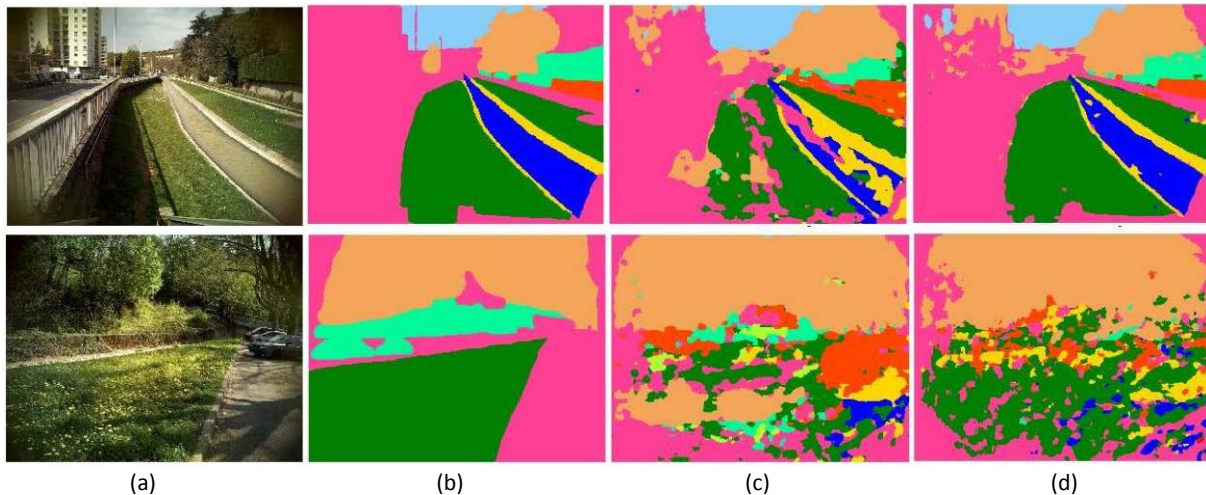


Figure 7: segmentation d'images par apprentissage automatique. (a) image d'entrée; (b) vérité de terrain annotée manuellement; (c) méthode classique; (d) méthode proposée.

Dans ce projet, les méthodes classiques de segmentation sémantique ont été améliorées en modélisant les interactions entre les différentes composantes d'une scène. Nous sommes partis du principe que la distribution spatiale des classes de contenu suit une certaine régularité. A titre d'exemple on peut imaginer que la classe "eau" se trouve fréquemment au voisinage de la classe "bassin". Ces régularités ont été modélisées à l'aide de caractéristiques spécifiques et fournies comme entrées à une méthode de segmentation en deux étapes. La Figure 7d montre le gain en qualité obtenu par cette modélisation par rapport aux méthodes classiques montrées dans la Figure 7c.

B.3. Reconnaissance du contenu sémantique de la scène : création d'une base d'images annotées.

Le domaine de la vision par ordinateur est aujourd'hui dominé par une méthodologie prépondérante, à savoir l'apprentissage automatique. Les algorithmes d'apprentissage sont très performants, à condition qu'ils soient alimentés de données annotées. Or, l'annotation manuelle est un travail fastidieux et la communauté manque cruellement de données.

Dans le cadre de ce projet, un corpus de 688 images a été annoté par le post-doctorant financé par le projet. L'annotation consistait à marquer la classe sémantique pour chaque pixel de chaque image du corpus. La Figure 8 montre un exemple d'image annoté avec un outil développé au sein du LIRIS.

Cette base sera rendue publique à la communauté informatique. Nous sommes convaincus qu'elle sera très utile pour de nombreuses recherches dans le domaine.

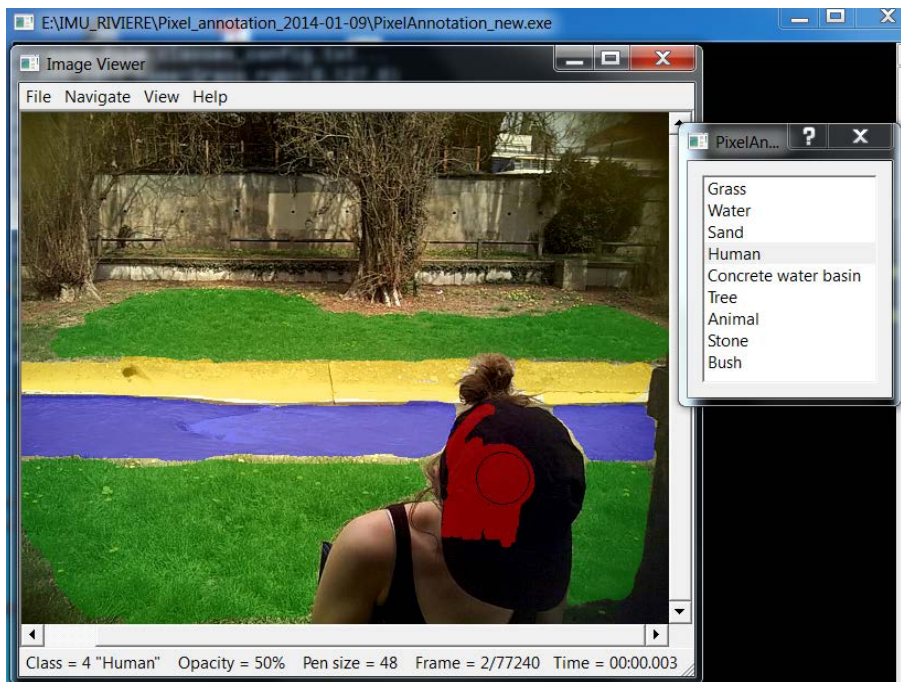


Figure 8 : l'outil informatique utilisé pour l'annotation manuelle des images.

C. Publication et valorisation scientifique

D1. Travaux universitaires

Bozonnet M., 2015, L'oculométrie appliquée au paysage : un retour d'expérience méthodologique, article produit dans le cadre d'un stage de Master 1, ENSP.

Marchand J., 2013, Analyse comparée des critères de qualité d'une rivière urbaine aux yeux des différents acteurs (riverains et « experts », Etude appliquée au projet d'aménagement hydraulique et environnemental de l'Yzeron (Oullins), Mémoire de Master 2, Université Lumière Lyon 2, juillet 2013, 158 p.

Laquaz M., 2014, Méthodologie d'identification et de hiérarchisation des risques environnementaux et sanitaires dans les plans d'eau multi-usages, application au Grand Parc de Miribel-Jonage, Mémoire de M2, LEHNA-ENTPE, 88p.

D.2. Communications orales

- Au près de la communauté scientifique

Cottet M., Augendre M., Roux-Michollet D., Tronchère H., 2015, My river is not your river: resident and expert values associated with an urban river in a restoration context (Yzeron River, France), *EcoHydrology*'2015, Lyon, 21-23 septembre 2015.

Cottet M., Vaudor L., Augendre M., 2015, Does every stakeholder perceive and value identically rivers? Contribution of an eye-tracking experiment for a river restoration project (Yzeron River, France), *AAG 2015 Annual Meeting*, Chicago, United States, 21 au 25 avril 2015.

Cottet M., Augendre M., Brault V., Magnet D., Marchand J., Roux-Michollet D., Trémélo M.-L., Tronchère H., 2014, « Comment évaluer la contribution de la « nature » au bien-être urbain ? Résultats d'une expérimentation couplant enquête d'évaluation paysagère et données oculométriques », *Colloque Bien-être en ville ; regards croisés nature-santé*, Lyon, 12 et 13 juin 2014.

Cottet M. Augendre M., 2014, « Restaurer les cours d'eau urbains, quels impacts sur les perceptions ? Le cas de l'Yzeron (Rhône-Alpes) », *séminaire Zones Ateliers « Les relations des urbains aux cours d'eau et aux milieux aquatiques en ville : quelles perceptions, quelles pratiques, quelles attentes d'aménagements ? »*, Paris, 1^{er} juillet 2014.

Cottet M., Augendre M. et Roux-Michollet D., 2014, « How residents perceive and value an urban river planned to be restored? Results of an eye-tracking experiment about the Yzeron River (France) », *9th European Conference on Ecological Restoration*, Oulu, Finland, August 3-8, 2014.

Boukerb A., Ribun S., Navratil O., Lejot J., Breil P., Rousset A., Prigent-Combaret C., Imberty A., Vidal S., Cournoyer B. 2014. *Pseudomonas aeruginosa* en milieu aquatique: sources, diversité et colonisation des macrophytes. GDR *Pseudomonas*, Marseille. Novembre 2014

- Au près des acteurs (gestionnaires, élus, acteurs socio-économiques...)

Honegger A. et Cottet M., 2014, « Etude des représentations et des pratiques sociales riveraines autour du fleuve de Lyon à la mer », *Journée Connaissances & fleuve Rhône*, Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, Lyon, 18 novembre 2014.

Cottet M., Augendre M., Brault V., Magnet D., Marchand J., Roux-Michollet D., Trémélo M.-L., Tronchère H., 2014, « Diversité des regards portés sur les cours d'eau entre experts et riverains. Le cas de la restauration de l'Yzeron (Rhône, France), *Colloque Naturparif « Quelle nature en ville ? Pour vivre mieux et s'adapter au changement climatique »*, Paris, 4 et 5 juin 2014.

- Auprès du grand public

Cottet M., Pardoën M., 2015, « Voir, sentir, écouter la ville », *La nuit européenne des chercheurs*, Vaulx-en-Velin, 25 sept 2015.

Cottet M., Chémery J.-B., 2014, « L'eau à la bouche... Les rivières, un enjeu citoyen ? », *Café géo de Lyon*, Lyon, 22 oct 2014.

Cottet M. et al., 2014, « Qu'est-ce que tu regardes face à la rivière ? », *Fêtes de la science « Rivière d'Ain, les chercheurs mènent l'enquête »*, Châtillon la Palud, 8 octobre 2014.

D.3. Publications réalisées et en cours

Cottet M., Tronchère H., Augendre M., Roux-Michollet D., Vaudor L., Brault V., soumis, What is the contribution of mobile eye-tracking for landscape evaluation studies? A methodological perspective. *Journal of environmental psychology*

Flaminio S., Cottet M., Le Lay Y.-F., soumis, A la recherche de l'Yzeron perdu : quelle place pour le paysage dans la restauration des rivières urbaines ? *Norois*

J. Mille, C. Wolf, R. Khan, M. Cottet, M. Augendre, "Spatial features and auto-context modelling for full semantic scene labelling". Preparation d'une soumission à *Pattern Recognition Letters*.

Marti R., Ribun S., Aubin J.-B., Colinson C., Petit S., Marjolet L., Gourmelon M., Cottet M., Cournoyer B. 2015. Fecal pollution sources of an intermittent peri-urban river inferred from MST and rrs pyrosequencing. *Soumise Ecol. Indicators*

Marti R., Ribun S., Marjolet L., Gleizal A., Cottet M., Cournoyer B. 2015. Imprints of the human microbiome on recreational water quality. *Env. Health Perspectives*

V. Perspectives

Les nouvelles méthodes de segmentation vidéos conçues dans le cadre de ce projet sont actuellement améliorées pour permettre leur application à des grands corpus vidéos (>200h de vidéos). Cela implique l'optimisation de calcul et la conception d'une version massivement parallèle.

Les recherches effectuées dans le cadre de ce projet ont par ailleurs fait naître de nouveaux questionnements. Certains projets sont en cours ou s'apprêtent à être déposés, dont certains s'appuient sur des collaborations initiées dans le cadre du projet RiViERE.

- Projet Palse « Capt'Eye : Perception, présence et production de l'espace Images, oeuvres et environnements urbains » est en cours. Il approfondit l'exploration des perceptions environnementales à l'aide des méthodologies d'eye-tracking. Plus particulièrement, il s'intéresse à la manière dont la naturalité des fleuves peut, en contexte urbain, influencer les comportements oculaires.
- Le projet ANR GENUINE est en cours d'écriture pour un dépôt à l'appel APR 2016 en octobre 2015. Ce projet reprendra les grandes lignes de la collaboration entre les collègues géographes et les collègues informaticiens en ajoutant deux composantes supplémentaires : la réalité virtuelle (équipe *Geomod* du LIRIS) et l'apprentissage automatique (équipe *Machine Learning* du LHC, Saint Etienne). L'objectif est de pouvoir fournir des parcours virtuels à l'aide d'un système de lunettes permettant la visualisation d'un monde virtuel. Le contenu sera créé par deux moyens : (a) de manière synthétique à l'aide de procédures informatiques; (b) par un parcours réel filmé à l'aide plusieurs caméras (approche multi-vue). Ce projet vise une collaboration très étroite entre les différents partenaires, permettant à répondre à plusieurs problèmes : (i) pour la géographie, le problème de la dynamique environnementale est résolu; le stimulus environnemental est mieux maîtrisé et facilite la comparaison des expériences entre les individus; (ii) pour les informaticiens, la création procédurale d'images synthétiques peut être un moyen pour répondre aux problème du manque de données annotées pour l'apprentissage automatique.