



## Conduites en milieu urbain. Analyse in situ et expérimentation virtuelle

Nicolas Tixier, Sébastien Rinolfi, Annie Luciani

► **To cite this version:**

Nicolas Tixier, Sébastien Rinolfi, Annie Luciani. Conduites en milieu urbain. Analyse in situ et expérimentation virtuelle. Colloque Représentation(s), 1999, Poitiers, France. pp.351-359, 1999. <hal-00910609>

**HAL Id: hal-00910609**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00910609>**

Submitted on 3 Jun 2014

**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.

## Conduites en milieu urbain. Analyse *in situ* et expérimentation virtuelle

<sup>1</sup>Nicolas Tixier

<sup>2</sup>Sébastien Rinolfi, Annie Luciani

<sup>1</sup>Laboratoire CRESSON

École d'Architecture de Grenoble  
60, avenue de Constantine - B.P. 2636  
38 036 Grenoble Cedex 2  
tél. : (33) 04 76 23 41 90  
e-mail : Nicolas.Tixier@grenoble.archi.fr

<sup>2</sup>ACROE

INPG

46 av Félix Viallet  
38 031 Grenoble Cedex  
tél. : 04 76 57 46 48

e-mail : Sebastien.Rinolfi@ensimag.imag.fr - Annie.Luciani@acroe.imag.fr

### Résumé

Cette recherche<sup>1</sup> se situe dans le cadre des ambiances architecturales et urbaines. Elle propose de tester des modèles morphodynamiques (en particulier les modèles physiques développés par l'Acroe) générant des représentations par synthèse numérique de phénomènes sensibles. Une confrontation avec l'observation *in situ* de ces phénomènes et les représentations sonores et visuelles issues de la synthèse est ainsi rendue possible.

Ce retour par l'expérimentation virtuelle à l'observation et à la catégorisation phénoménale à partir de causes potentielles inférées au modèle permet d'envisager une utilisation du modèle physique comme un outil de re-construction d'effets et par là même d'aide à la conception.

L'exemple développé ici sera celui des dynamiques de conduites piétonnières qui s'inscrivent de façon récurrente dans l'espace public urbain. Il montre cet aller-retour entre observation *in situ* et expérimentation virtuelle autant dans les modes d'observation, dans l'usage réciproque des mêmes outils d'analyse, que dans la caractérisation des phénomènes.

Mots-clés : AMBIANCES ARCHITECTURALES ET URBAINES - OBSERVATION *IN SITU* - THEORIES - MORPHODYNAMIQUES - MODELE PHYSIQUE - ESPACE PUBLIC URBAIN - CONDUITES PIETONNIERES

---

<sup>1</sup> Ce travail fait en partie l'objet d'une thèse de doctorat d'architecture en cours intitulée « Morphodynamique des ambiances construites » sous la direction de Jean-François Augoyard (DR CNRS - Cresson) assisté de Pascal Amphoux (Irec) et d'Annie Luciani (Acroe).

La thèse est rattachée à une recherche (sous la direction de Jean-Paul Thibaud, Sociologue, chercheur CNRS, Cresson) « Effets sensibles en milieu urbain » qui met en collaboration de façon interdisciplinaire trois laboratoires : le Cresson (Centre de recherche sur l'espace sonore et l'environnement urbain), l'Acroe (Association pour la Création et la Recherche sur les Outils d'Expression) et l'Irec (Institut de Recherche sur l'Environnement Construit). La thèse et la recherche bénéficient du soutien financier de la Région Rhône-Alpes dans le cadre d'un contrat Arassh.



## Introduction

Depuis une dizaine d'années, un domaine émerge du champ de la recherche architecturale qui est celui des ambiances. En considérant ce champ comme résultant à la fois de formes construites, de formes perçues et de formes représentées, le CRESSON aborde les ambiances architecturales et urbaines dans sa composante pluridisciplinaire.

L'approche des ambiances pose, à l'instar d'autres disciplines, la question du rapport quantitatif / qualitatif et par là-même celle de la maîtrise du projet d'architecture. Nous rejoignons l'hypothèse principale qu'une des façons d'aborder ces deux pôles souvent disjoints est de passer par le biais de modes de représentations et de synthèses fondés sur des approches morphodynamiques tenant compte de la dimension temporelle autant que de la dimension gestuelle et motrice constitutive de la perception des phénomènes d'ambiances.

Un des intérêts principaux de cette recherche est dans l'utilisation et l'aller-retour possible entre les modèles morphodynamiques développés (le modèle physique de l'ACROE offre un lien déjà éprouvé entre les approches morphodynamiques théoriques et la synthèse numérique de phénomènes sensibles) et les ambiances relevées *in situ* à l'aide de méthodes d'observation et d'enregistrement (parcours commentés, écoute réactivée, observation récurrente, utilisation de la vidéo...).

## Méthodologie, hypothèses et résultats attendus

Notre hypothèse méthodologique principale en ce qui concerne les phénomènes sensibles, est qu'il existe un domaine de description commun entre synthèse numérique et observation *in situ*. Cette démarche implique une réciprocité dans le choix et dans l'utilisation des outils et des méthodes employés autant pour la partie concernant les expérimentations et leurs relevés (*in situ* ou virtuel) que pour celle de l'analyse et de la caractérisation des phénomènes observables.

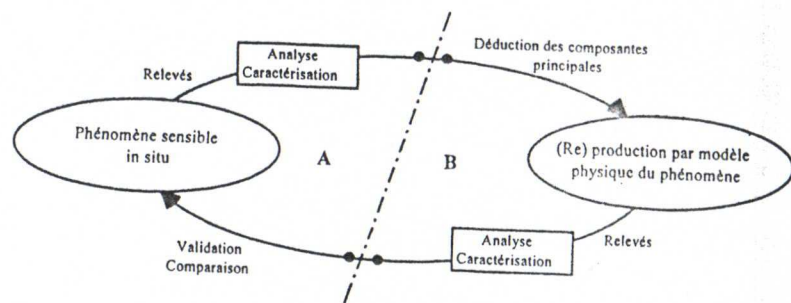


Schéma méthodologique  
 (« Simuler pour connaître - Connaître pour simuler » - Claude Cadoz)

La confrontation autant que l'alimentation réciproque des deux approches (entre la partie A et la partie B du schéma méthodologique) s'inscrivent dans un triple objectif concernant les retombées de cette recherche :

Les retombées théoriques permettent l'esquisse d'un outil d'analyse et de synthèse rendant compte de l'interdisciplinarité de la notion d'ambiance en offrant des critères de

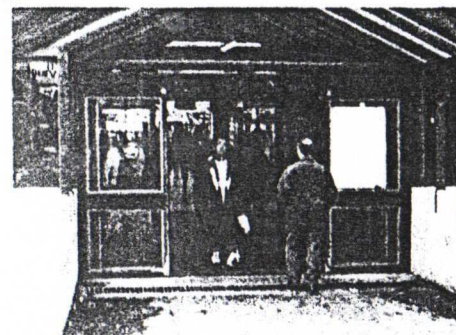
classification et de représentation questionnant les interactions avec l'environnement construit. L'élargissement à d'autres modalités sensorielles, voire à une intersensorialité découlant de processus d'apparition récurrents introduisant le geste et le mouvement, devrait permettre de dégager des invariants amodaux dans les phénomènes sensibles.

Les retombées peuvent être aussi méthodologiques, par l'apport d'un système de représentation qui articule données quantitatives et données qualitatives pour, entre autre, une économie et une efficacité métrologique *in situ*. Cette approche offre ainsi un retour possible sur les techniques d'observation et de description des phénomènes sensibles par un effet de rétroaction entre étude *in situ* et synthèse numérique.

Enfin, de manière pratique, l'usage d'un outil de re-construction d'effets supposés similaires est une amorce pour une aide à la description et à la conception architecturale par la proposition d'une typologie et d'une formalisation de situations urbaines remarquables qui tient compte à la fois des dimensions physiques, sensibles et sociales constitutives des ambiances.

Pour mettre en application ces principes, deux objets d'études ont été choisis.

- Des effets sonores<sup>2</sup>, avec l'effet de métabole<sup>3</sup> en particulier ;
- Des dynamiques de conduites piétonnières, au travers de l'exemple d'un sas composé de portes automatiques.



Terrain n°1 - Sas - Centre commercial de Grand-Place - Grenoble

Bien que très différents, ces objets d'étude relèvent tous les deux de phénomènes collectifs en milieu urbain. Ils s'actualisent par des organisations spatio-temporelles singulières tout en engageant pour l'homme un rapport sensible au monde.

Pour présenter ce travail, un premier mouvement s'attache à montrer en quoi le modèle physique créé par l'ACROE est un modèle morphodynamique pertinent pour aborder par la synthèse des phénomènes d'ambiances. Un deuxième mouvement illustre cette possibilité par l'exemple des dynamiques de conduites piétonnières. L'autre objet d'étude, l'effet de métabole, a été traité plus longuement dans différents articles<sup>4</sup>. Chacun de ces deux

<sup>2</sup> Pour une définition des effets sonores, voir Augoyard (JF), Torgue (H), *A l'écoute de l'environnement - Répertoire des effets sonores*, Éd. Parenthèses, Marseille, 1995.

<sup>3</sup> Définition succincte de l'effet de métabole : *effet perceptif décrivant les relations instables entre les éléments composant un ensemble sonore. Il comporte deux critères fondamentaux : celui de l'instabilité de la structure perçue dans le temps et celui de la distinctibilité des parties ou de l'ensemble dans une composition sonore donnée.*

<sup>4</sup> Annie Luciani, Nicolas Tixier, Effets sensibles en milieu urbain. *Analyse in situ* et expérimentation virtuelle, in *Acoustique & Techniques*, n°14, juillet 1998, pp. 11-15.

Jean-Paul Thibaud, Nicolas Boyer, Nicolas Tixier, et al., Comment observer une ambiance ?, in *Les cahiers de la*



mouvements est, de façon identique, décliné en trois temps : écrire l'espace, représenter l'espace et dire l'espace<sup>5</sup>.

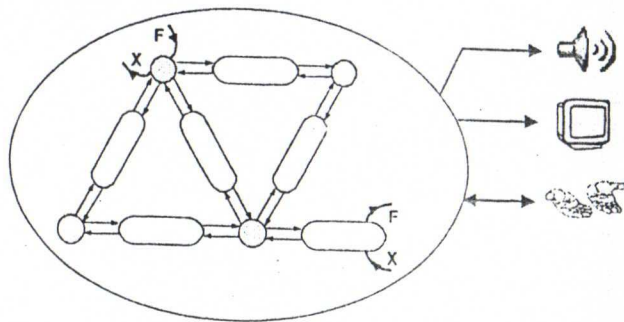
## Premier mouvement : Positionnement du modèle physique

### 1<sup>er</sup> temps : Écrire l'espace

Les modèles dynamiques tels que définis et pratiqués à l'ACROE sont des modèles physiques de phénomènes observables, qu'ils soient ou non « objectivables ». Le qualificatif de « physique » s'applique donc à la nature du modèle, non à la chose observée. Les modèles sont qualifiés de « physique » en ce sens qu'ils exploitent et satisfont les descripteurs et principes fondamentaux de la physique, en l'occurrence la notion de force (comme descripteur) et le principe d'action - réaction (comme règle de base). Dans ce cadre, ils sont surtout considérés comme de puissants générateurs d'effets dynamiques. De tels effets dynamiques peuvent être linéaires ou non-linéaires : fracture / fission, agglomération / fusion, sédimentation / mémorisation... Ils portent en eux-mêmes la notion d'émergence du phénomène, contrairement aux modèles purement géométriques, cinématiques ou acoustiques.

### 2<sup>e</sup> temps : Représenter l'espace

L'écriture des interactions définit un espace du modèle en dehors de tout espace substrat d'incarnation par lequel nos sens vont l'appréhender. À cet espace du modèle, on peut ensuite associer des espaces de représentations de natures différentes (impliquant souvent par ailleurs des calculs fréquentiels différents) : espace visuel (écran), espace sonore (haut-parleur), espace tactile (moteur à retour d'effort). Les possibilités sont innombrables, autant par les modulations à l'intérieur d'un type choisi de représentation que par la mixité et la modularité de ces espaces entre eux.



Espace du modèle + Espaces de représentations

### 3<sup>e</sup> temps : Dire l'espace

L'observation, la désignation et la catégorisation des phénomènes dynamiques ne sont pas plus pour la synthèse que pour l'*in situ* des activités évidentes. Lorsque l'on a des espaces

recherche architecturale et urbaines, Éditions Parenthèses, n°42-43, Ambiances architecturales et urbaines, Marseille, 3<sup>e</sup> trimestre 1998, pp. 77-90.

<sup>5</sup> Trois temps inspiré par le titre d'un colloque intitulé : *Dire, écrire et figurer l'espace* (Tours, décembre 1999).

en perpétuel mouvement, il devient par exemple difficile d'utiliser la notion de contour comme séparateur de forme. Cette dénomination semble aussi délicate au niveau de l'analyse des « causes circonstancielles »<sup>6</sup> qu'au niveau de la description des phénomènes observables<sup>7</sup>. C'est particulièrement à ce niveau que les outils développés par le CRESSON trouvent toute leur pertinence que ce soit par des techniques de relevés et d'enquêtes que par des notions telles que : effets, motifs, figures...

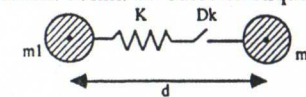
En illustration à ce premier mouvement, le deuxième mouvement re-décline les trois même temps pour les dynamiques de conduites piétonnières en milieu urbain.

## Deuxième mouvement : Dynamiques de conduites en milieu urbain

### 1<sup>er</sup> temps : Écrire l'espace

Pour décrire un modèle physique, deux sortes d'éléments sont nécessaires. D'une part, les éléments matériels et d'autre part les interactions qui existent entre ces éléments matériels. Dans notre cas, les individus ainsi que le cadre bâti (portes automatiques et murs du couloir) sont représentés avec des masses ponctuelles (les éléments matériels). Ensuite, il nous faut définir les interactions qui régissent ces éléments matériels. Il existe deux types d'interactions dans ce modèle : les interactions individu/cadre bâti et les interactions interindividuelles. Voyons de plus près comment fonctionnent ces interactions.

Dans les deux cas, on introduit entre les éléments une butée élastique. Le terme butée signifie que l'interaction existe si les deux éléments sont suffisamment proches. En d'autres termes, il existe un seuil au-delà duquel il ne se passe rien et au-dessous duquel les éléments interagissent. Le terme « élastique » décrit le type d'interaction. Cela signifie que lorsque les deux éléments sont assez proches (la distance qui les sépare est plus petite que le seuil), tout se passe comme s'il existait un ressort entre eux. Les propriétés du ressort sont, rappelons-le, soit d'exercer une force répulsive (ressort pressé), soit d'exercer une force attractive (ressort étiré). Enfin, il existe une longueur, appelée longueur au repos, pour laquelle le ressort n'exerce aucune force. Cette longueur au repos peut être plus grande ou plus petite que le seuil précédemment défini. La butée élastique est ainsi symbolisée :



On peut rendre le modèle plus complexe en introduisant de la viscosité. Nous avons toujours la propriété de non-interaction au-delà de notre seuil. Et la présence de viscosité ne change rien à cela. Cependant, lorsque le ressort relie nos deux individus, au lieu d'avoir un ressort idéal oscillant, le ressort cherche à rejoindre sa position d'équilibre, même si elle est au-delà du seuil. Afin de bien comprendre la viscosité, nous prenons un exemple simple. Soit un individu immobile qui est rejoint par un autre qui arrive à une certaine vitesse. À l'approche du premier, le second va ralentir puisque l'on « compresse » le ressort, puis il va repartir avec la même vitesse s'il n'y a pas de viscosité. Si la viscosité est présente, l'individu repartira avec une vitesse plus faible. La principale conséquence de la présence de viscosité est qu'elle évite les phénomènes oscillatoires entre les individus.

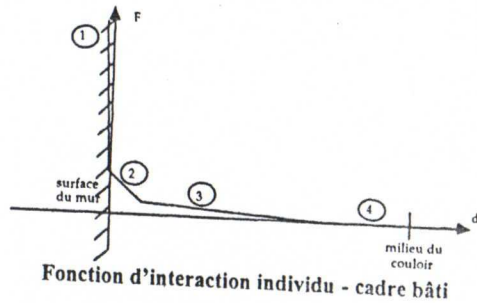
Intéressons-nous à présent à l'interaction individu - cadre bâti. On peut définir une

<sup>6</sup> Le terme de « cause circonstancielle » est provisoire. Il permet juste ici d'échapper au sens trop rigide dans lequel le terme de cause est habituellement employé, à savoir « cause à effet ».

<sup>7</sup> Ce point est approfondi dans Annie Luciani, Nicolas Tixier, *Modèle physique et espaces de représentations*, in *Actes du colloque Dire, écrire et figurer l'espace*, 4-5 décembre 1998, Tours, 21 p.



interaction entre deux éléments par l'intensité de la force appliquée aux éléments en fonction de la distance qui les sépare. Voici comment sont définies les interactions individu - cadre bâti :



On remarque que la force devient très forte si un individu tente de traverser le mur. En pratique, comme dans la réalité, il n'y parvient pas. Plus il est éloigné des murs, moins il interagit avec eux. On peut noter que l'interaction entre individu et cadre bâti est exclusivement répulsive (le ressort - au deçà du seuil quand il existe - est toujours compressé). Cette interaction empêche les individus de franchir les murs d'une part et les pousse à ne pas les « raser » d'autre part.

Voyons à présent les interactions interindividuelles qui sont plus riches. Dans le modèle de foule, il existe autant d'interactions que de couples d'individus possibles. Le premier type est comme l'interaction individu - cadre bâti. Le second type regroupe les cas où la longueur au repos est plus petite que le seuil minimal d'interaction. Le ressort imaginaire peut être compressé ou étiré.

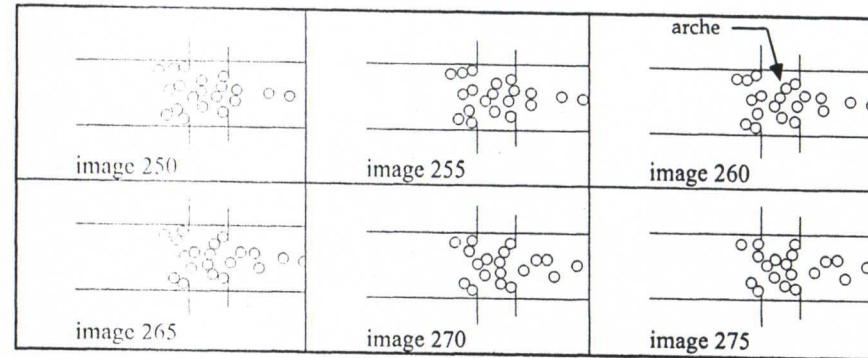
Le couple d'individus aura tendance à se tenir à la même distance qui correspond à la longueur au repos du ressort imaginaire. On remarque que la force devient élevée en cas de trop grande proximité (il va de soi que les individus cherchent à éviter les collisions).

La recherche des paramètres pour les fonctions d'interaction s'effectue par des séries d'expérimentation en liaison directe avec les interprétations qualitatives qui peuvent en être faites.

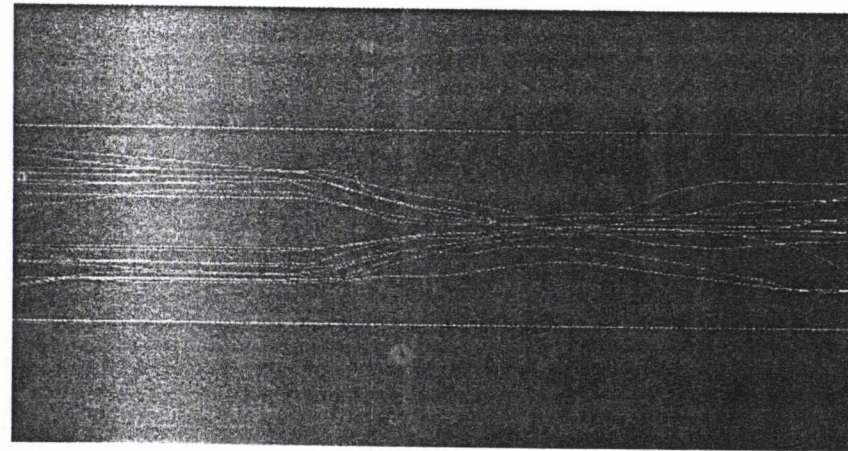
## 2<sup>e</sup> temps : Représenter l'espace

À l'instar des relevés *in situ*, se pose le problème du choix des modes de visualisation, et d'incarnation (comment représenter les personnages) avec tout particulièrement le choix du point de vue. La visualisation est un biais nécessaire pour l'interprétation (troisième temps) et ce biais est très important puisqu'on ne voit pas les mêmes figures selon le type de visualisation choisi. On propose actuellement pour ce modèle trois types de visualisation. La première, très sommaire, représente le cadre bâti par des lignes et les individus par des cercles.

Cette visualisation donne une idée assez précise de foule se déplaçant avec formation de figures et disparition de celles-ci.



Une seconde visualisation consiste à dessiner uniquement les trajectoires des individus. Cette dernière représentation semble très intéressante puisqu'elle montre d'autres figures qui sont s'inscrivent dans un espace plan.



Une troisième visualisation actuellement mise en œuvre est une visualisation tridimensionnelle avec déplacement du point de vue (caméra sur un individu ou avec un angle choisi par l'utilisateur...).

## 3<sup>e</sup> temps : Dire l'espace

Une partie de cette recherche consiste donc en de nombreuses phases d'expérimentations et d'interprétations. Dans ce dessin, une fiche d'expérimentation a été mise au point. Elle permet de confronter pour une même expérimentation ses objectifs aux conclusions, les données paramétriques (quantitatives) aux observations et interprétations qui peuvent en être faites. Exemple d'une fiche d'expérimentation :



Modèle de foule - Fiche expérimentation - n° 27						
Sébastien Rioloffi - Nicolas Tixier		ACROE - 16 mars 1999				
Objectifs :		Nom du fichier : 27_foules.flm				
		Test du modèle de foule AVEC hétérogénéités (I/I, UC, I/M, I/P) Avec viscosité - sas - débit moyen - rayon de détection diminué				
Paramètre	Unité	Valeurs		Modification	Observations	
Cadre bâtiment	larg_couloir	m	1,0		sans cloison	
	larg_porte	m	0,5			
	Touv_P	nb d'images	2			
	Trep_P	nb d'images	5			
	Tact_P	nb d'images	40			
	nb_portes	-	2			sas
	pos_portes [0,1,2]	m	-0,3	0,3		
	rayon_D	m	0,2			petit rayon
Individus	rayon_I	m	0,08			
	masse_I	Kg	0,02			
	raid_atr_min / max	N.m-1	0,003	0,010		
	visc_atr_min / max	N.m-1.s				
Débit	nb_I	-	10		Moyen débit	
	nb_Iinj	-	4			
	Finj_min / max	Hz (nb I/s)	0,6	1		
	Xentree / Xsortie	m	-2,2	2,2		
I/Mur	nb_segms_IM	-	3			
	seuil_min_IM	m	0	0,03	0,05	
	seuil_max_IM	m	0	0,03	0,5	
	raid_min_IM	N.m-1	-0,05	-1E-4	-2E-5	
	raid_max_IM	N.m-1	-0,05	-1E-4	-2E-5	
	visc_min_IM	N.m-1.s				
I/Portes	nb_segms_IP	-	3			
	seuil_min_IP	m	0	0,1	0,3	
	seuil_max_IP	m	0	0,1	0,5	
	raid_min_IP	N.m-1	-1	-0,05	-0,0008	
	raid_max_IP	N.m-1	-1	-0,05	-0,0001	
	visc_min_IP	N.m-1.s				
I/I	nb_segms_II	-	3			
	seuil_min_II	m	0	0,1	0,2	
	seuil_max_II	m	0	0,1	0,5	
	raid_min_II	N.m-1	-1	-2E-2	-7E-3	
	raid_max_II	N.m-1	-1	-2E-2	-7E-3	
	visc_min_II	N.m-1.s	0,1	0,1		
visc_max_II	N.m-1.s	0,1	0,1			
Conclusions : Film très riche en figures - A tester avec un rayon de détection encore plus petit						
Note : les distances sont exprimées en mètre - elles sont relatives à la taille des individus (0,08 m) et à celle du couloir (1 m).						

Cette pré-analyse permet la sélection de vidéogrammes pertinents pour ensuite réaliser une phase d'observation réactivée<sup>8</sup> plus poussée permettant une caractérisation finale et un retour pour l'observation *in situ*.

<sup>8</sup> La méthode principale avec laquelle l'objet d'étude va être questionné s'inspire des travaux utilisant « la technique de l'observation récurrente » de Pascal Amphoux. Ses principes sont les suivants :

Objectif : « ... nous cherchons à révéler et à comprendre des comportements ordinaires, le plus souvent inaperçus ».

Moyens : « ... en soumettant des documents photos ou vidéographiques de situations urbaines choisies à l'interprétation de spécialistes de disciplines différentes ou à des habitants du lieu, tout en les faisant réagir sur les

## Conclusions, vers un troisième mouvement...

Le deuxième mouvement est sans fin. Au niveau de l'écriture, il incorpore une complexification du modèle par l'ajout d'hétérogénéité dans les interactions et d'une énergie propre à chaque individu : mais aussi par des modifications du cadre bâti et par l'ajout d'éléments perturbateurs permettant de tester la robustesse du modèle. En parallèle, il est testé des nouveaux modes de représentation. Un travail à la fois théorique et appliqué est en cours au niveau de la dénomination des « causes » autant que des dynamiques émergentes. Ce travail s'effectue sous la forme de séances d'observation récurrente où se mélangent et se croisent les regards (architectes, urbanistes, sociologues, informaticiens, artistes, citoyens) et les niveaux d'interprétation.

Un troisième mouvement s'avère nécessaire. Il consiste en une réflexion critique sur les apports de ce type de recherche. Trois volets sont déjà esquissés<sup>9</sup> :

- La modélisation de phénomènes sensibles comme outil d'aide à la connaissance par l'extraction de critères significatifs et comme outil permettant de questionner l'intersensorialité.
- La modélisation de phénomènes sensibles comme outil d'aide à la prédiction de certaines qualités sensibles de l'espace construit.
- La modélisation de phénomènes sensibles comme outil d'aide à la conception architecturale et urbaine.

## Références bibliographiques :

- Amphoux, P. « L'observation récurrente », in *L'espace urbain en méthodes*, Éd. Parenthèses, Marseille, à paraître.
- Augoyard, J.F., Torgue, H. (1995). *A l'écoute de l'environnement - Répertoire des effets sonores*, Éd. Parenthèses, Marseille.
- Luciani, A., Tixier, N. (1998). Modèle physique et espaces de représentations, in *Actes du colloque Dire, écrire et figurer l'espace*, 4-5 décembre 1998, Tours, 21 p.
- Luciani, A., Tixier, N. (1998). Effets sensibles en milieu urbain. Analyse *in situ* et expérimentation virtuelle, in *Acoustique & Techniques*, n°14, p. 11-15.
- Thibaud, J.P., Boyer, N., Tixier, N. et al., (1998). Comment observer une ambiance ?, in *Les cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, Éditions Parenthèses, n°42-43, Ambiances architecturales et urbaines, Marseille, p. 77-90.

commentaires ou interprétations de ceux qui les ont précédés. » Puis il faut effectuer un recouplement et un ressaisissement des différents corpus de description pour viser à la compréhension des phénomènes alors émergents.

En cela, cette approche de nature qualitative est intrinsèquement « indirecte, interprétative et cumulative ».

Pascal Amphoux, L'observation récurrente, in *L'espace urbain en méthodes*, Éd. Parenthèses, Marseille, à paraître.

<sup>9</sup> Un travail en cours consiste aussi à positionner nos modèles en rapport à ceux existants. Concernant les modèles de foules, quelques laboratoires de recherche ou entreprises ont des avancées intéressantes, mais leurs approches sont presque exclusivement d'ordre quantitatif et statistique (temps d'évacuation, prévision de circulation...). Ce qui caractérise notre approche, outre l'usage du modèle physique permettant aussi la multisensorialité, est tout particulièrement le rapport qualitatif / quantitatif qui est présent à toutes les étapes (*in situ* autant que dans les expérimentations).