

NUEVOS INSTRUMENTOS DE GESTION Y DE CONCEPCION DEL ESPACIO URBANO

Jean-Pierre Peneau

La desmitificación de las nuevas tecnologías en relación a su aplicación a la ciudad se plantea a través de cuatro preguntas clave: ¿va a funcionar mejor la ciudad gracias a ellas?, ¿va a ser administrada de forma menos burocrática?, ¿va a verse afirmada y preservada su identidad cultural?, ¿será gestionada de un modo menos costoso?

Tras un breve repaso de la DIMENSION de la ciudad en la historia del planeamiento y la gestión urbana, se aborda el problema de la ciudad como «escenografía» en la que el espectador, el actor y el decorado pueden ser observados y observarse entre sí desde diferentes posiciones. De esta forma, las tres dimensiones, el movimiento, los desplazamientos, el ambiente (luz, temperatura) han de ser tomados en cuenta.

A partir de estos planteamientos, se recorren todas las técnicas disponibles, actualmente desde la gestión de Bases de Datos hasta la aplicación de la Inteligencia Artificial para el diagnóstico y la decisión sobre el espacio urbano.

Se cierra este texto con la reflexión sobre la diferencia entre crecimiento técnico y desarrollo tecnológico o en otras palabras, planteando la cuestión del progreso tecnológico frente al progreso de civilización.

New Procedural and Conceptual Aids for City Space Handling

A bringing down to earth of those new technologies applied to the city is here attempted in the light of four key questions: will the city run better thanks to them? will it be less trammelled by Red Tape? will its cultural identity be re-affirmed and thus kept healthy? will their use make running things cheaper?

After a brief look at what the DIMENSION of the city has meant historically in terms of planning and running such places, the notion of the city as a «scene» in which the audience, actors and scenery can look and look back from different stand-points is advanced. It is help that here three dimensions, movements, changes of placement, settings (light, temperature) can be seen to be relevant.

From here, all the techniques to hand are gone over, ranging from the handling of data bases to the harnessing of artificial intelligences to the answering of problems of diagnosis and decision taking as within the city's scope.

The paper finishes with some thoughts as to the differences as between the development of technology and the growth of a technique, as between that which can be used and how it could be better used, as between the forward thrust of things technological and Man's onward march to a world that he can live in as he is.

A MODO DE PREAMBULO

No cabe duda de que frente a la gran presión ideológica que acompaña al desarrollo de las nuevas tecnologías conviene no dejarse llevar muy allá por la fascinación de tan sólo las proezas instrumentales. Aunque manipulaciones hábiles las convierten en un buen señuelo, se levantan voces autorizadas que denuncian la mitología simplista del progreso que comportan; voces que deploran la agonía de lo real y la realidad que significa el reino de las simulaciones, si no de los simulacros; y que ponen en guardia contra los peligros de una mecanización sofisticada del funcionamiento de nuestras socieda-

des. Estas interpelaciones inquietas que afectan al conjunto del cuerpo social son oportunas si se examina la aplicación de las nuevas tecnologías al campo más restringido de la gestión y la concepción de la ciudad. En efecto, hay motivos fundados para preguntarse sobre los progresos cualitativos y cuantitativos que pueden ser desencadenados por la puesta en acción de este nuevo utillaje: ¿va a funcionar mejor la ciudad?, ¿va a ser administrada de forma menos burocrática?, ¿acaso va a ser preservada y aun afirmada su identidad?, ¿será gestionada de modo menos costoso?

Parece lógico que tales preguntas sean las que deberían formularse con preferencia los pro-

tagonistas de los instrumentos innovadores y que consideraran su aplicación. Pretender que no se las planteen equivaldría a apuntarse a una polémica general que por carecer de objeto no entra en las miras de estas consideraciones. Por ello nuestro intento —fuera de esas visiones de conjunto— se dirigirá a mostrar ciertos vínculos y articulaciones posibles entre las nuevas tecnologías y las modalidades de la realidad urbana; las que afectan muy especialmente a la *espacialidad, la morfología, los ambientes*. Pero en este caso sería difícil ceñirse a una exposición exclusivamente técnica, desconociendo el marco de referencia teórica o doctrinal inherente a toda intervención urbana. Por esta razón, antes de tratar de la aportación de las nuevas tecnologías al concepto espacial de la ciudad y de facilitar una información sobre nuestra propia contribución en la materia, vamos a evocar brevemente el contexto referencial del momento.

Así se presenta señalada la estructura tripartita de esta contribución. No parece preciso insistir en el hecho de que con ella se aspira tan sólo a clarificar o reflejar una experiencia en un campo en el que la complejidad compite con la amplitud.

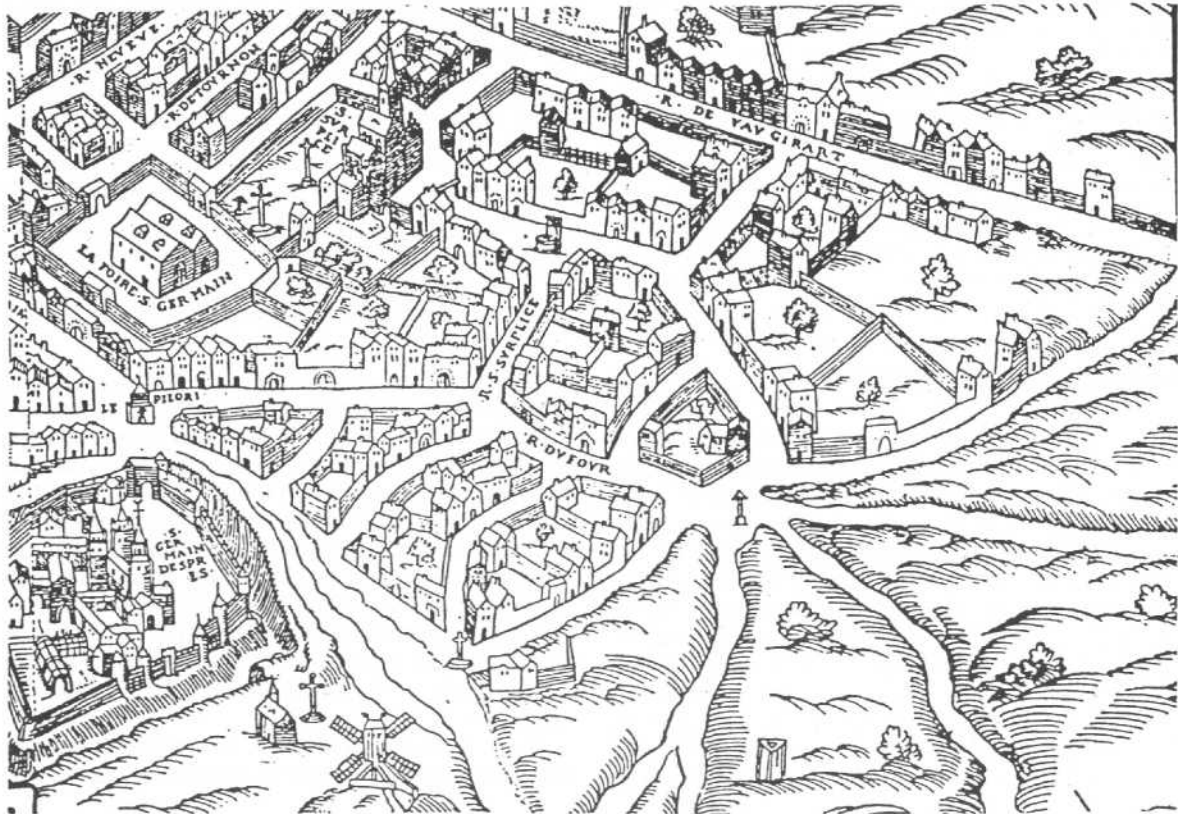
1. RECOMPOSICION DEL ESPACIO URBANO: LA TERCERA DIMENSION RECUPERADA

Con referencia a las palabras de orden y preceptos del urbanismo funcional de la primera

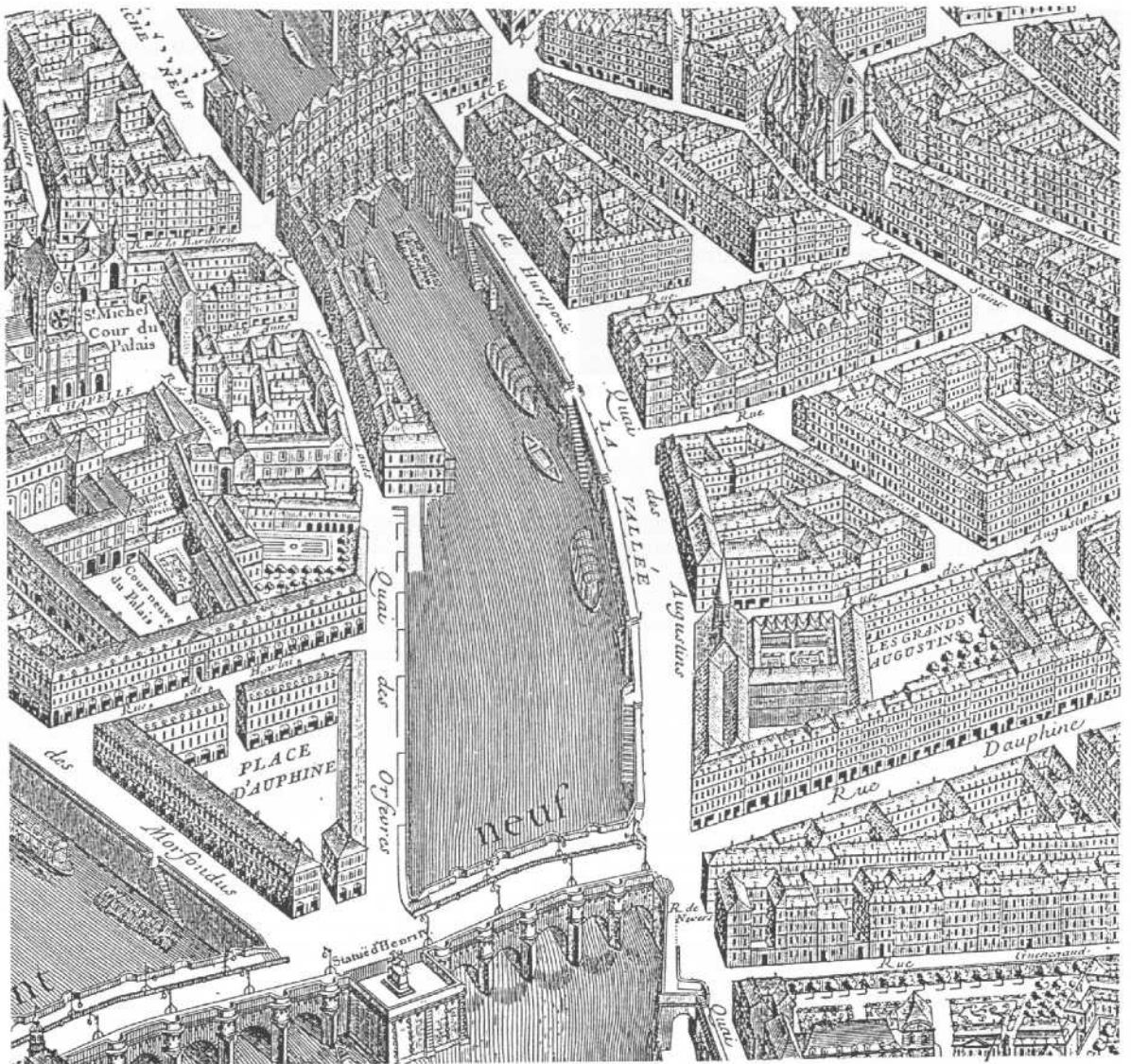
modernidad, ahora se admite que la ordenación de la ciudad no depende del planeamiento en dos dimensiones de las «zonas urbanas». Su concepción no se reduce a la delimitación de sectores especializados ligados por la malla de las vías de circulación y de diversas redes, y el plano o el plan no son suficientes para concebir y ordenar la ciudad. La actividad recientemente denominada «*proyecto urbano*» exige un trabajo de recomposición en las tres dimensiones del espacio. Tal intervención dispone de continuidades, frontalidades y delimitaciones que no pueden ser definidas con los únicos apoyos del plano de zona o del plano catastral. Y no le interesa exclusivamente el elemento construido: inmuebles, edificios públicos o monumentos, sino que atribuye, además, una extrema importancia al vacío intersticial delimitado por aquéllos.

El vacío urbano: soporte de vialidad, redes, infraestructuras, posee en efecto una consistencia espacial. Un río no es una extensión sin espesor; comporta muelles, puentes, estiajes cambiantes. Una línea de tranvías no es una cinta reducible al cometido de las vías: a ésta se incorporan un conjunto de estaciones, señales, catenarias. Los pasos, terraplenes y revestimientos diversos que la caracterizan no son menos importantes en el paisaje urbano que los materiales o la propornan las vías.

Esta preocupación reafirmada de la composición tridimensional del espacio de la ciudad re-



PARIS.—Bourg de St. Germain des Près (Siglo XVI).



PARIS.—Plan Turgot (Siglo XVIII).

cupera una vieja tradición de representación —si no de concepción— de la ciudad. Basta recordar las representaciones de los planos catastrales y parcelarios utilizados en Francia bajo el antiguo régimen para el cobro de impuestos; la evocación de los planos en relieve de Luis XIV o el célebre plano de París encargado por Turgot en 1739 (figs. 1 y 2).

Las motivaciones de las autoridades que hacen poner en práctica tales figuraciones derivan, la mayor parte de las veces, del control, de la fiscalidad o de la administración. Pero más allá de estas funciones objetivas, se podrían evocar las simbólicas de confirmación del poder ligadas a estas posesiones de una imagen reducida de la realidad. Herramienta de afirmación o de instrumentación de la autoridad, el plano a vista de pájaro o el plano de relieve de siglos pasados raramente es un plano de ordenación de la ciudad. Se dirige a un público no especializado incapaz de reconstruir la sustancia de la forma urbana sobre la proyección abstracta del plano. En consecuencia, lo que resuelve es más bien un proble-

ma de comunicación. Los técnicos que proponen las reestructuraciones o los embellecimientos en los siglos XVII y XVIII operan con la mayor frecuencia sobre planos de dos dimensiones.

No cabe duda de que debe verse ahí el origen de la gestión cartográfica y catastral del espacio urbano del siglo XIX. Esta procede por espacios abiertos y por alineaciones en un contexto en el que —como en los siglos precedentes— la cuestión de la tercera dimensión la decide *la regla*. El trazado viario y la regla alimétrica correlativa bastan, en efecto, para controlar la volumetría de las construcciones y, al hacerlo, la coherencia de las formas urbanas.

Ampliando esta concepción, la ciudad moderna está planificada sin espesor. Pero en su caso, la ausencia de una regla y de una tipología codificadas lleva al desorden y a la incoherencia. El trazado en dos dimensiones ya no basta y la espacialidad tampoco está dominada. Profundizando un poco en este argumento de la «pérdida de espesor», pronto se comprueba que éste es invocado aquí en una acepción casi alegóri-

ca. Su ausencia en la ciudad moderna no significa la supresión de toda volumetría. Pero las excrecencias múltiples de las torres o los desniveles altimétricos de las vías urbanas y de los enlaces figuran en un plano que no es más que el reflejo connotado subjetivamente de una percepción hecha de planitud y de monotonía.

La «tridimensionalidad» buscada es en realidad una «multidimensionalidad». Depende más de la captación cualitativa de los ambientes urbanos que de la definición geométrica de los espacios construidos. En consecuencia, conduce a destacar la importancia del vivir y a centrar las consideraciones en las preocupaciones y reacciones de los «actores» en su evolución dentro del decorado urbano.

Más allá de estas cuestiones de tridimensionalidad y de espacialidad cabe entrever, pues, una verdadera «escenología urbana» que ya no se preocupará únicamente de la consistencia del decorado, sino que estudiará las posiciones relativas de la triada: espectador, actor, decorado; y al hacer esto, deberá tener en cuenta las variaciones de posiciones y las temporalidades que les corresponden (ZEITOUN, 1988, pp. 52-64).

Es obvio decir que tal programa exige nuevas herramientas. Estas deberán añadir a las posibilidades de figuración en dos o tres dimensiones la aptitud para captar el movimiento y los desplazamientos. Aparte de estas cuestiones de representación estática y dinámica, tendrán que arrojar luz, también, sobre características objetivas y simbólicas de los ambientes urbanos. Si las primeras plantean problemas delicados de simulación y de restitución de los resultados, las segundas han interesado más, hasta ahora, a pintores, ilustradores, fotógrafos o cineastas que a urbanistas y arquitectos. ¿No será precisamente la falta de instrumentos adaptados y accesibles lo que explique tal laguna?

Sea como fuere, se estará de acuerdo en estimar que la generalización de las técnicas que se acaban de evocar es inseparable de una visión del entramado de concepción de la ciudad. Esta ya no debe estar marcado por el predominio de un punto de vista —sea histórico, social, técnico o estético—. Debe incorporar su parte, de cada uno de estos elementos. ¿Permitirán las nuevas técnicas alcanzar este objetivo?

La pregunta nos lleva a la segunda parte de esta exposición. En ella vamos a examinar cómo el ambicioso programa de concepción urbana que acabamos de esbozar puede apoyarse en ciertas tecnologías innovadoras de tratamiento de la información.

2. CONCEPCIÓN DE LA CIUDAD Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

El campo de las nuevas tecnologías aplicables tanto a la concepción como a la gestión de la ciudad es extremadamente amplio. La complejidad y la multiplicidad de los problemas urbanos

constituyen una exigencia cuyos límites no es fácil fijar. Para tal exigencia puede encontrarse la correspondiente oferta en las rúbricas que seguidamente se enumeran de modo indicativo y no exhaustivo, y que interesan sucesivamente:

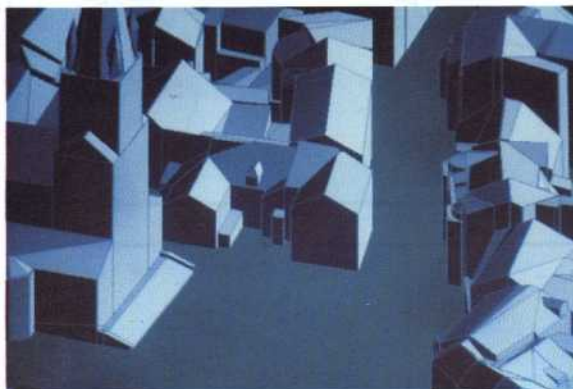
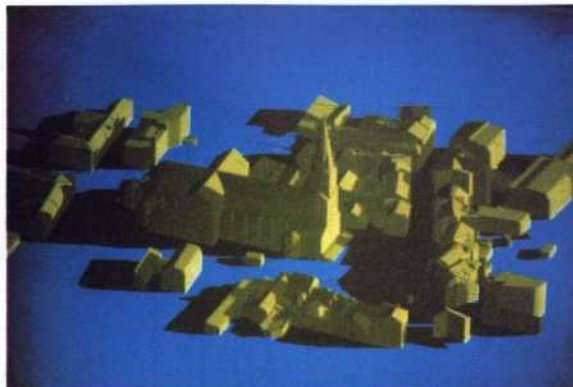
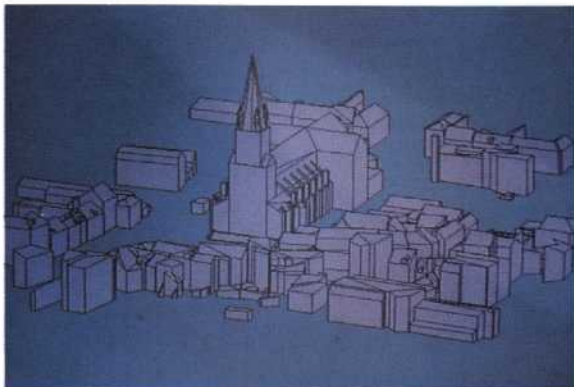
- Los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD).
- La representación calculada o representación numérica.
- Las redes telemáticas.
- Los procedimientos de archivo y restitución de imágenes y planos.
- Las técnicas automáticas de comando, regulación y de sometimiento.
- Los métodos de inteligencia artificial para ayuda del diagnóstico y la decisión.

Dentro de este vasto conjunto de medios, nos limitaremos a manejar los más directamente ligados a la concepción urbana. Es evidente que tal restricción es muy discutible. La cuestión de la colección de señales y medidas necesarias para el funcionamiento de los automatismos que rigen las redes o circuitos, ¿puede ser clasificada fuera del campo de la concepción? ¿Debe suceder lo mismo con los dispositivos de telemática o de robótica? Unos y otros derivan ciertamente del funcionamiento general de la ciudad. Y por esta razón deben ser concebidos, puestos en marcha y gestionados de igual forma que los inmuebles, parques y espacios públicos. Sin embargo, ha de admitirse que si no se sustraen a una exigencia de planificación integrada, presentan cuando menos una implicación espacial más débil que la de los elementos construidos y no construidos constitutivos de los «escenarios urbanos».

Dentro de nuestra predeterminación de privilegiar las magnitudes tridimensionales y escénicas del espacio urbano, nos referiremos con mayor vocación entre las tecnologías recientes a aquellas que van a permitirnos la instrumentación del paso que damos. Desde esta perspectiva lo que reviste la máxima importancia, no cabe duda de que es la aptitud de la herramienta elegida para constituir y gestionar figuraciones múltiples del espacio considerado. Con mayor motivo —y para evitar el riesgo de una localización exclusiva en los problemas de la forma y de la apariencia— es una exigencia no menos fuerte la de confrontar los elementos espaciales con los datos técnicos, socioeconómicos o de otra naturaleza.

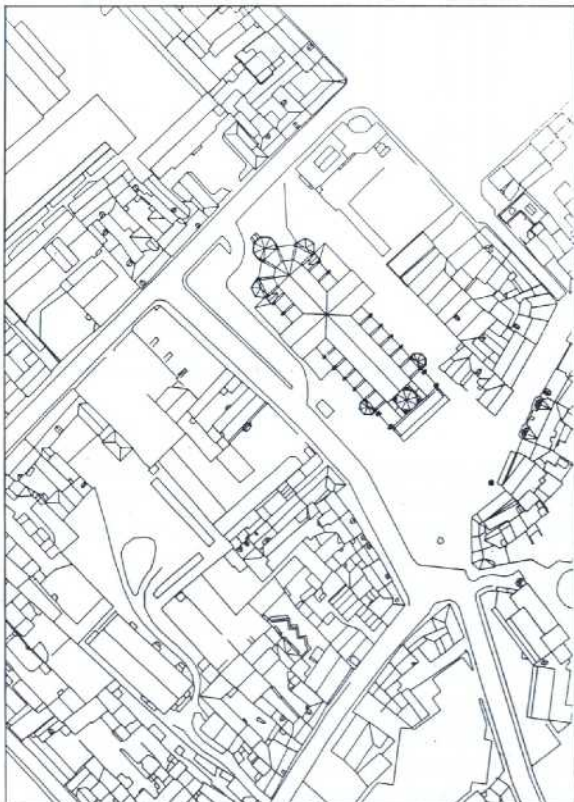
Se va estableciendo, así, el contenido de un conjunto de procedimientos que redefinen nuestros objetivos de concepción. Aunque sea difícil delimitarlos de un modo rígido y disociarlos, la comodidad de exposición nos lleva a distinguir sucesivamente:

- La imagen de cálculo de la ciudad.
- La representación y la gestión de los datos urbanos.
- La simulación de los factores característicos de los ambientes.

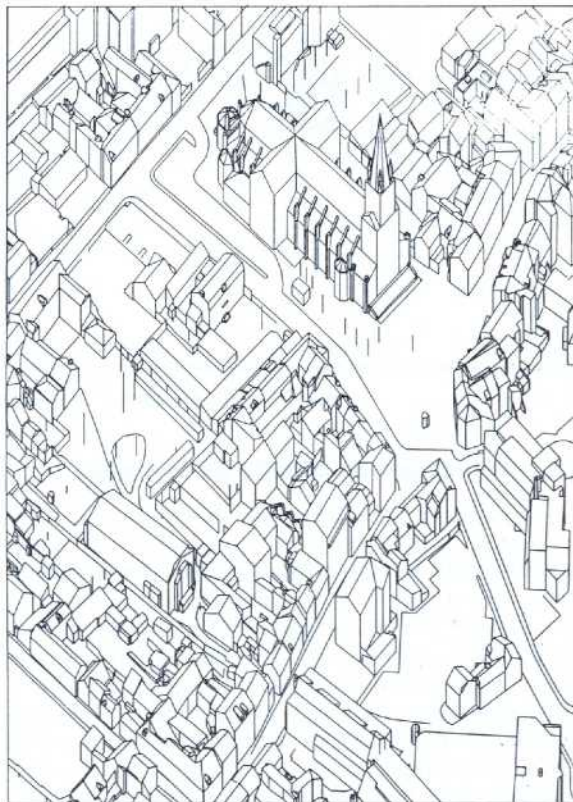


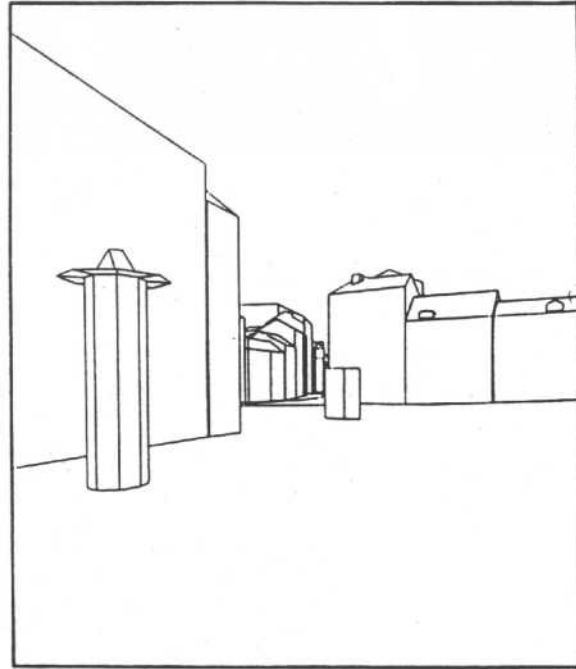
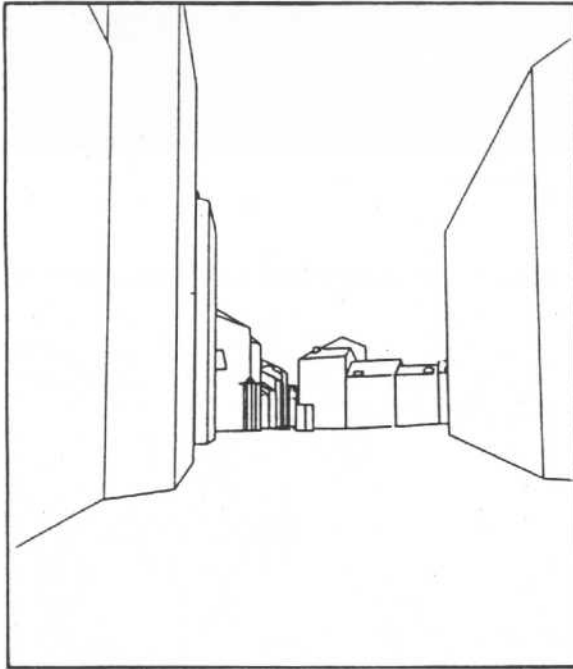
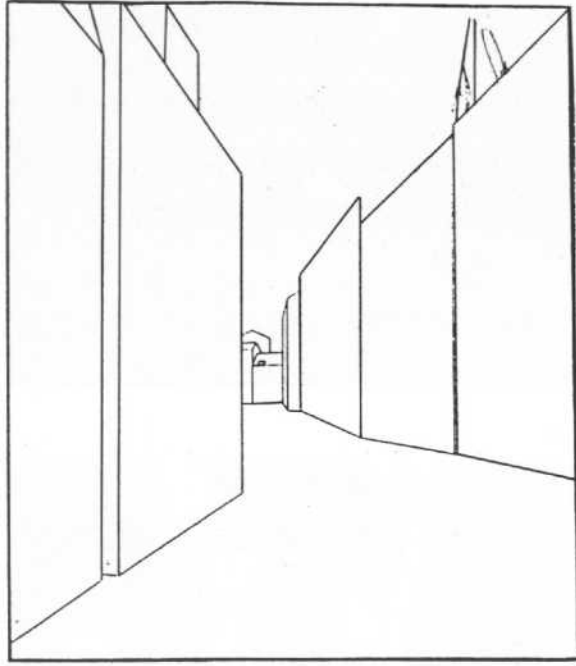
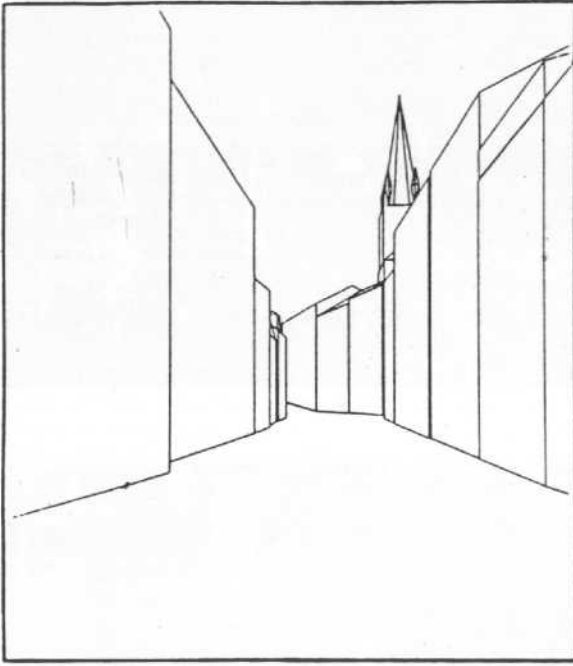
Simulación solar sobre las fachadas.

ARGENTEUIL.—Manzana de la Basílica. 1:1.000. TRAPU.



ARGENTEUIL.—Manzana de la Basílica. Axonométrica. 1:1.000. TRAPU.



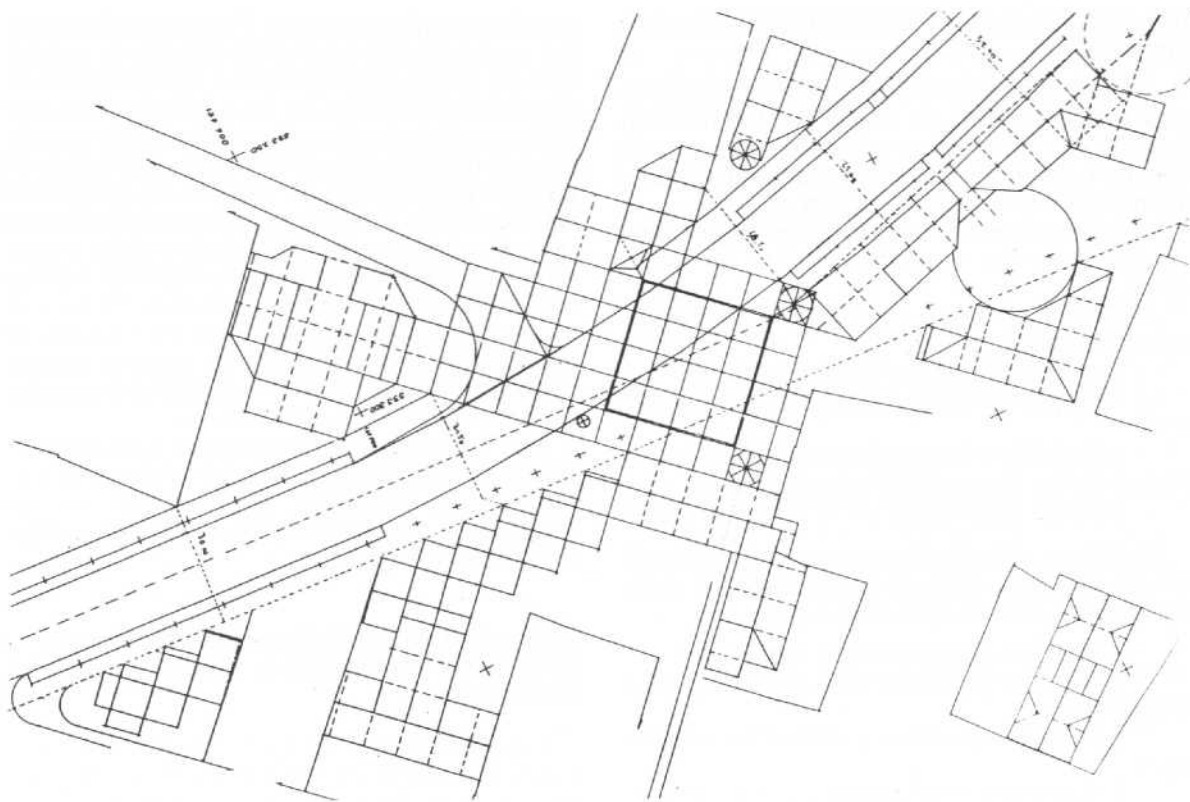


ARGENTEUIL.—Manzana de la Basílica. Recorrido peatonal. Realizado por TRAPU.

2.1. La imagen de cálculo de la ciudad

Representa un campo de investigación y de desarrollo particularmente activo. Se ha constituido con las primeras operaciones de numerización del catastro y de las redes urbanas. Se apoyaba, pues, en los procedimientos clásicos de la informática gráfica vectorial. Esta recompone polígonos (o poliedros) a partir de una red de aristas, obtenidas a su vez a partir de un levantamiento por digitalización del relieve. Una técnica de este tipo tiene la ventaja de la sencillez, aunque presenta el inconveniente mayor de una ex-

tremada lentitud de puesta en marcha. Así, para algunas ciudades importantes, las operaciones de numerización de un catastro encuentran algunas dificultades en seguir el ritmo de creación de los nuevos barrios, o las modificaciones de la división parcelaria, al ritmo de las simples mutaciones. Incluso algunos responsables de estas operaciones muestran que los medios de que se les ha dotado para efectuar el catastro numérico no les permiten entrever una puesta al día de éste. Lo mismo que los astrónomos observan la luz de estrellas desaparecidas, jestos topógra-



Modelización del espacio construido para su numerización.

fos corren el riesgo de dar una imagen de la ciudad derivada siempre del pasado!

En torno a este nudo de estrangulamiento se han propuesto y experimentado soluciones innovadoras. Consisten en efectuar tomas por «Scannerización» o «rastreado» de los fondos de plano existente. A estos dispositivos de captación en masa se asocian módulos de reconocimiento de formas o de tratamiento de imágenes; a ellos corresponde reproducir las interpretaciones de los operadores de las técnicas de digitalización.

Las dificultades que comporta la reconstitución numérica de los planos en dos dimensiones no harán más que crecer, si se quiere realizar una *maqueta numérica en tres dimensiones* de la ciudad. Sin embargo, hay que insistir en el interés de tal representación, tanto para las fases usuales de la ordenación urbana operativa (rehabilitación, impacto de proyecto, análisis del entramado urbano) como para los nuevos intentos según nuestros deseos (PENEAU, 1988, pp. 26-33).

Ciertamente, las capacidades de restitución sobre trazadora o en pantalla de la forma, textura, color de los edificios y de lo que está más allá de todo «escenario» urbano, han progresado mucho. De igual manera, las posibilidades de archivo y consulta de un banco de imágenes no van a la zaga y no representan obstáculos insalvables técnica y económicamente. En cambio, los problemas de captación, gestión y puesta al día de tal maqueta numérica se plantean de forma aguda. Ineluctablemente van a llevar al abandono de los procedimientos de digitalización sis-

temática de la morfología de los sectores considerados. En lo sucesivo va a ser preciso apelar a los métodos de la inteligencia artificial y del reconocimiento de las formas para:

- Elaborar tipologías.
- Dividir los parcelarios.
- Generar volumetrías.
- Proceder a los rellenos (apertura de vías, texturas, colores).

Va a ser, también, indispensable elaborar intentos híbridos y asociar a las técnicas de la informática propiamente dichas, otros sistemas de adquisición de información: tomas de vídeo, fotogrametría, tratamiento de imágenes...

Si esta enumeración no refleja la totalidad de los métodos disponibles, corresponde al menos a un conjunto de experiencias, prototipos o proyectos que se están desarrollando en la actualidad. A continuación aportamos algunos ejemplos de ello. Como muestra del trabajo de cierto número de equipos europeos entregados a estas tareas.

Sistema de CAO con empleo del vídeo-disco

Este sistema desarrollado por Alessandro Polistina, profesor en el Politécnico de Milán, tiene como meta responder de forma operativa a los problemas de planeamiento y recalificación urbana que se presentan en las 145 zonas del Plan Regulador General (PRG) de Milán. La puesta en marcha del sistema «URBAN» requiere siete pla-

nes distintos que se corresponden con estas funciones:

- Realización de la Cartografía básica por digitalización a escala de 1/1.000, de todas las entidades mínimas. Estas vienen definidas como volumen elemental con altura homogénea en el interior de la misma localización.

- Levantamiento fotográfico de las unidades correspondientes y producción de un vídeo-disco.

- Construcción del modelo 2D y 3D mediante digitalización.

- Conducción de las investigaciones.

- Producción de los mapas temáticos en 2D o 3D.

- Desarrollo y evaluación cualitativa y cuantitativa de las hipótesis de intervenciones.

- Edición automática de la documentación.

El sistema integra, en una misma base de datos de tipo relacional, el conjunto de los documentos de archivos que interesan:

- Los datos cartográficos y catastrales.

- El estado de las construcciones y parque inmobiliario.

- Las investigaciones y elementos estadísticos.

- Los elementos fotográficos y vídeo (POLISTINA, 1985)..

El sistema «video-ville» de Nancy

El sistema «video-ville» asocia las técnicas de la toma por película vídeo a la restitución por vídeo-disco y se fija como objetivo una restitución visual exhaustiva del conjunto viario de Nancy. Con ayuda de un vehículo equipado especialmente, los operadores proceden a tomas de vista continuas; éstas permiten obtener a la vez el aspecto de las fachadas y datos sobre equipamiento de la vialidad, el mobiliario urbano, las redes. La totalidad del dominio público urbano está captada por 2.500 clichés. La explotación del conjunto y la selección de las vistas tomadas son efectuadas por medio de una localización en pantalla del plano o de la vista en perspectiva de la zona en estudio (DAVAINE, 1987, pp. 117-127)..

El vídeo-disco que fija las imágenes elegidas recibe órdenes de un microordenador que igualmente controla el procedimiento de elección en pantalla de la zona y de los puntos de vista que se desea visualizar.

La «escenografía urbana» en el CIMA de París

El trabajo acometido por el CIMA asimila la ordenación de un espacio a un acto de *puesta en escena*. La escenografía correspondiente utiliza la imagen numérica según las modalidades habituales de puesta en acción de autómatas de

constitución de imágenes. Pero más allá de estos procedimientos el CIMA estudia la posibilidad de definir dispositivos de «escenografía inteligente» (ZEITOUN, *op. cit.*). Estos apelan a las técnicas de la inteligencia artificial para el análisis o la composición de escenarios urbanos. Ya ha sido desarrollado un sistema de generación de escenarios. Produce componentes escénicos que se adaptan a los datos ambientales y a las reglas de funcionamiento de los actores y de los elementos arquitectónicos o urbanos. Otra vía de investigación consiste en poner en relación las capacidades operativas de tal sistema con los conocimientos arquitectónicos relativos a los escenarios generados de esta forma.

Con tal marco, la «escenografía inteligente» puede convertirse no sólo en un sistema de producción de imágenes, sino también en una herramienta de exploración de los saberes arquitectónicos y urbanos.

Aplicación de la inteligencia artificial y de síntesis de imágenes a la simulación urbana en Marsella

Esta investigación está siendo llevada por el Laboratorio GAMSAU de la Escuela de Arquitectura de Marsella. Parte de la comprobación de que la fabricación de la maqueta numérica en 3D, necesaria para la simulación urbana, implica un trabajo largo y enojoso. Para facilitar la operación, los investigadores del GAMSAU asocian al modelador geométrico propiamente dicho, un útil de modelización del campo de los conocimientos arquitectónicos y urbanos correspondientes. Este útil se apoya en los principios del análisis tipo-morfológico del tejido urbano. Permite formar uno o varios modelos generales que van a ser producidos mediante técnicas de la inteligencia artificial. La aproximación llamada «orientée objet» será utilizada, concretamente, para reconstituir la morfología de un inmueble, de una manzana o de un barrio. Necesita la identificación de «los elementos y de las relaciones que constituyen el campo de conocimientos arquitectónicos y urbanos considerado».

La realización de la maqueta numérica en 3D permite efectuar todas las representaciones deseadas por medio de la imaginería de síntesis (QUINTRAND, 1988, pp. 43-58).

Energía y configuración de las formas urbanas en Milton Keynes

El «Centre for configurational studies» de la Open University lleva a cabo investigaciones sobre la relación entre la disposición de las formas urbanas y el consumo de energía. Utiliza a la vez el análisis tipológico de los tejidos urbanos y de las redes de comunicación y la modelización de los consumos energéticos, tanto para la calefacción y la iluminación como para los desplazamientos.

Tras haber elaborado esquemas característicos de ciudades de tamaño medio, los investigadores ingleses trabajan en la generación en tres dimensiones de «tejidos tipo» de barrios y de manzanas. Estas ciudades tomadas como indicadores permiten, así, operar —aparte de las simulaciones de consumos energéticos— con simulaciones de contaminaciones, de modificaciones del micro-clima o con condiciones de circulación (RICKABY, s. f., pp. 193-223).

Proyecto europeo CAMUR para la renovación urbana

El proyecto reagrupa los equipos de cinco países (Bélgica, Francia, Gran Bretaña, Irlanda y Grecia) que se han asociado dentro del marco del programa sobre la energía no nuclear de la Directiva General número 12 de las Comunidades Europeas. CAMUR (Computer Aided Management to Assist Urban Renewal; esto es, Gestión por Ordenador en ayuda de la renovación urbana), ha nacido para tratar las cuestiones de la rehabilitación urbana de forma global. En efecto, sus promotores han comprobado que las ciudades viejas venían siendo objeto, frecuentemente, de una admiración excesiva basada en representaciones de su realidad simplificadas y únicamente formales. Se ha realizado un gran esfuerzo, por tanto, en proponer un método que pone el acento en las dimensiones sociales y culturales, tanto como en los valores estéticos y patrimoniales de los viejos sectores degradados.

Así, la rehabilitación se concibe como una gestión progresiva que afecta en primer lugar a los habitantes de los sectores afectados. Las cuestiones relativas al ahorro de energía y más especialmente a la de la recuperación de la energía solar pasiva, son objeto de una atención muy especial. En un ámbito urbano complejo requieren útiles de diagnóstico de insolación y aportaciones energéticas gratuitas de prestaciones particulares. Estos útiles constituyen un aspecto del dispositivo informatizado de conjunto que gestiona los proyectos de rehabilitación. Se apoya en una base de datos que reagrupa las informaciones sobre el catastro, sobre el estado de las construcciones, su edad, su uso, su adaptación, así como sobre los espacios exteriores.

A partir de tal base de datos, evaluaciones y simulaciones en dos y tres dimensiones permiten efectuar las pruebas de los proyectos y de las alternativas de rehabilitación y de ordenación urbana.

2.2. Representación y gestión de los datos urbanos

Las actividades de administración y de gestión de la ciudad necesitan una recogida y tratamiento de informaciones de naturaleza muy varia y en cantidades cada vez mayores.

Estos «datos urbanos», para rescatar el término genérico que designe estas informaciones, pueden ser divididos, en un primer intento, en cuatro categorías:

- Datos numéricos.
- Datos literales.
- Datos gráficos.
- Datos de medidas, de señales o de procesos.

Los primeros, que corresponden a las estadísticas usuales, y los segundos, que interesan a propuestas no cuantificables, han sido tratados en una primera época por *sistemas de gestión de bases de datos*. Estos funcionaban con los procedimientos clásicos de indicación, selección y búsqueda de ficheros, cuyo tamaño y número pronto han planteado problemas casi insolubles. El modelo relacional inventado por E. Codd (CODD, 1970, pp. 377-387) ha venido a aportar soluciones eficaces a estas dificultades. Los *sistemas de gestión de bases de datos relacionales* tienen la ventaja de proporcionar una independencia total entre la descripción de datos lógicos y los datos físicos o ficheros. Además soportan lenguajes de alto nivel, facilitando las operaciones de explotación de la base.

Pero en muchos casos los datos que se refieren a la ciudad presentan la particularidad de necesitar una localización. Los *datos urbanos localizados* introducen la tercera categoría que hemos mencionado; la de los datos gráficos que corresponden:

- Bien a la transcripción de los resultados de operaciones estadísticas según una simbología gráfica.
- Bien a la constitución de fondos de mapas, fondos de planos, o contornos diversos que permiten advertir o afectar a los elementos precedentes.

Entre ambos tipos de tratamiento se ha operado un acercamiento, después de haber sido objeto de procedimientos distintos para tratar separadamente los aspectos estadísticos y los gráficos. Nuevos logicales realizan conjuntamente las operaciones de numeración o de reagrupamientos lógicos así como las figuraciones de los resultados de éstos sobre trazador o sobre pantalla. Se obtienen así mapas de localización, mapas o planos temáticos, esquemas de circulación y cualquier otra representación de los fenómenos urbanos en dos o en tres dimensiones.

La actual estructura de los logicales operativos de este tipo consiste esencialmente en un encadenamiento entre el tratamiento de los datos cuantitativos o de los atributos —generalmente efectuada con ayuda de un sistema relacional— y la representación propiamente dicha. Actualmente se está trabajando en hacer entrar los elementos gráficos en la estructura relacional de una base de datos (bases de datos multi-medias). El objetivo a corto plazo es conseguir la integración de las operaciones estadísticas lógicas y gráficas en un procedimiento unificado.

Este comprendería, además, funcionalidades con evolución hacia la gestión de bases de conocimientos (bases de datos deductivas).

La última categoría de datos implicados en el funcionamiento del dispositivo urbano está asociada muy particularmente al impulso de las nuevas tecnologías. Se trata:

— De las medidas de consumo, de los flujos, de los recuentos.

— De las señales derivadas de captosres, de dispositivos de vigilancia, de los sistemas de servicio.

Estos datos van a ser interpretados y van a servir:

— Para enriquecer un banco de datos urbano.

— Para actuar directamente por medio de activadores o procesadores, sobre el desarrollo de determinadas funciones o de ciertos servicios urbanos.

La articulación de estos datos con los otros tipos de informaciones evocados, su tratamiento en las cadenas dependientes de la automática o de la inteligencia artificial abren un campo de aplicación complejo y prometedor a la vez.

2.3. La simulación de los factores característicos de los ambientes

En cuanto a los procedimientos de representación y tratamiento, el control de los ambientes urbanos plantea problemas de otro tipo que interesan especialmente a las simulaciones. Antes de abordar éstos directamente, indudablemente resulta útil llamar nuevamente la atención sobre la acepción extensiva que atribuimos a la categoría de los «ambientes urbanos». En una visión —en la que hay el acuerdo de considerarla ambiciosa— atribuimos a la expresión los elementos objetivos y simbólicos que proporcionan las sensaciones y percepciones de los habitantes de la ciudad. Si, de entrada, su multiplicidad, sus interacciones, su relatividad, incluso (respecto de la diversidad de las variaciones culturales e individuales) eliminan toda idea de modelización o de anticipación simulada de carácter globalizador, no es menos cierto que algunos métodos informáticos permiten restringir el correspondiente campo de incertidumbres.

Fundamentalmente son los métodos de simulación numérica los relativos a los factores interactivos ligados esencialmente a los fenómenos físicos. Se basan en la necesidad de poseer un doble registro de representación calculada:

— El de la representación del medio urbano considerado.

— El de la representación del fenómeno físico en estudio.

Frente a esta exigencia las técnicas de la creación de imagen numérica permiten avances interesantes. En efecto, se apoyan en la constitu-

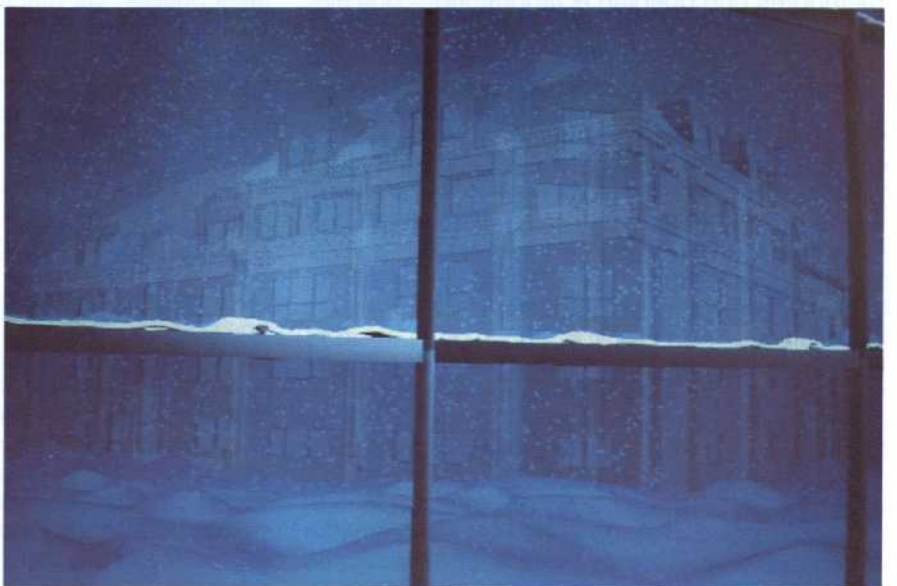
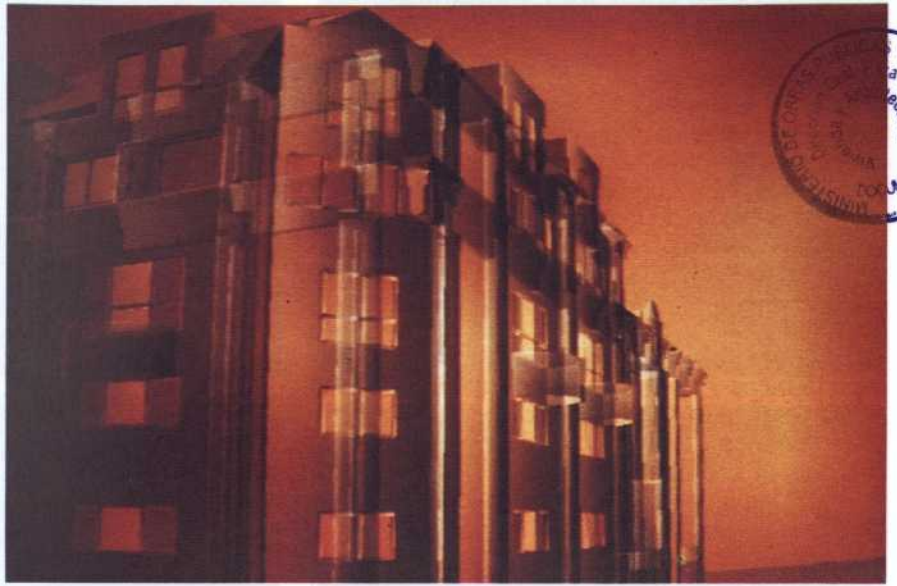
ción de una imagen mediante las aportaciones de los «pixels» sobre una pantalla. Tales aportaciones son resultado de un cálculo y, de hecho, el mismo procedimiento puede suministrar una «evaluación» y una «representación» del fenómeno estudiado. Además hace falta poseer un modelo numérico que describa a este último. Examinando los principales parámetros físicos de los ambientes urbanos se observa que este modelo existe para el soleamiento, la radiación, la iluminación. En cambio, para la propagación de los ruidos o para el paso del viento, aún se está lejos de disponer de métodos numéricos que permitan una buena predicción de los correspondientes efectos. La puesta en juego de poderosos medios informáticos o de técnicas de inteligencia artificial, no cabe duda de que van a obligar a retroceder a lo que hoy tendería a parecer imposible. Cabe esperar, razonablemente —a cierto plazo— que se dispondrá de una serie de útiles numéricos que permitan no sólo simular cada uno de los factores físicos constitutivos de los ambientes, sino también de sus combinaciones e interacciones.

Sobra hacer observar que el conocimiento de estos datos objetivos no es suficiente para dar cuenta de la calidad de un espacio o de la adecuación de un lugar. Sin embargo, constituye un «substrato útil» sobre el que podrán operar diferentes transacciones e interpretaciones dependientes —por sí mismas— de las variaciones individuales de la percepción de estos factores, o bien de sus combinaciones con elementos aun más relativos y subjetivos, ligados a lo imaginario de la ciudad y a la poética de los lugares urbanos.

Anticipamos la idea de que los procedimientos numéricos no son —en este último campo— del todo inconvenientes o inadaptados. Las percepciones y sensaciones visuales, que representan un papel importante en la captación de un ambiente urbano, pueden ser reconstituidas mediante imágenes calculadas. Las alteraciones cromáticas, distorsiones no lógicas y acentuaciones luminosas pueden ser modeladas y simuladas. Pasa igual con las dimensiones cinéticas y variaciones temporales que les están asociadas.

Con rapidez y accesibilidad sin precedentes, todo el utillaje informático debe permitir al diseñador, la reconstitución de toda la gama de las experiencias gráficas descriptivas que jalonan la reflexión plástica sobre el espacio urbano y su representación. ¿Quién podrá discutir que esta actitud de reconstruir en un escenario la ciudad, con los ojos de los impresionistas, de los surrealistas o de sus sucesores permite explorar las zonas aún oscuras de nuestra lectura del espacio?

¿Quién podrá dudar —a pesar de la gran dificultad de la operación— que un verdadero progreso de la concepción urbana nacerá de la alianza de esos procedimientos de exploración de lo sensible con la predicción del objetivo?



SOLENE.—Simulación del efecto temperatura sobre las fachadas (verano, otoño, invierno).

3. PUESTA EN MARCHA OPERATIVA: RICARDO Y LOS DEMAS

En esta última parte conviene dejar el discurso general que precedía, para mostrar cómo tratamos de establecer las orientaciones y principios que hasta aquí hemos desarrollado. Se trata de un trabajo que se desarrolla en el marco de un laboratorio de investigación de una Escuela de Arquitectura francesa. Se aporta esta precisión para explicar que, por razón de las dificultades materiales y de los costos de equipamientos que requería dicho laboratorio ha tenido que afrontar desde su creación trabajos instrumentales o teóricos y aplicaciones operativas capaces de aportarle los recursos complementarios imprescindibles.

La temática de investigación del CERMA afecta, en el campo del control de los ambientes urbanos, a la cuestión más concreta de «*el ajuste climático del proyecto urbano*».

Como ha sido ya indicado, esta investigación requiere bajo la perspectiva de la aplicación de las nuevas tecnologías, disponer de métodos de representación del espacio urbano y de modelización numérica de los fenómenos. Pero frente a este aspecto únicamente instrumental, existen —con toda seguridad— otras dimensiones que interesan al puesto de esta cuestión del confort y del clima en la teoría o en la doctrina arquitectónica. Aparte de la «instrumentación» del ajuste climático, existen «referencias» arquitectónicas y urbanas de la adaptación del clima. Nuestra investigación se extiende igualmente a esta dimensión que —actualmente— nos alejaría un poco de esta aportación.

Volviendo a las dos modalidades instrumentales indicadas:

- Modelización del espacio urbano.
- Modelización de los fenómenos físicos.

Podemos reservar —en la serie de los hijos *non natos*, temas aun endebles, prodigios prometedores que pueblan el laboratorio— dos elementos surgidos de él y que han sido confortados con las rudas realidades de las aplicaciones operativas del mundo exterior.

El primero, RICARDO, es un instrumento concebido por Dominique Groleau, ingeniero de investigación en el CERMA, destinado a la gestión del espacio urbano; y a este propósito representa un útil en manos de los responsables de la ordenación: cargos públicos, técnicos, urbanistas. Sus funcionalidades interesan en las fases de análisis, previsión, programación y concepción de la ciudad. Además, responde a la necesidad de comunicar cada vez con más frecuencia este tipo de informaciones a un amplio público.

El carácter extensivo del tratamiento y de la difusión de los datos reclama medios eficaces y nuevos. Los procedimientos habituales de la estadística y de la informática gráfica presentan —frente a esta demanda— los inconvenientes de la lentitud de puesta en marcha, la mayor parte de las veces implican, en efecto, grandes cam-

pañas de captación y estructuraciones complejas en sistemas de bancos de datos localizados.

Frente a estas soluciones, RICARDO puede ser puesto en marcha directamente y de forma evolutiva. No exige la organización previa de una base de datos exhaustiva sobre el territorio considerado. El sistema permite en todo momento ampliar, analizar, explotar y comunicar informaciones urbanas cuya naturaleza es muy abierta, y la escala, de las más variables (edificios, parcelas, viario, manzanas, redes, barrios, municipios...). El usuario no es, pues, en consecuencia, tributario de un conjunto de datos gráficos o alfanuméricos predefinidos. Tiene toda la posibilidad para definir por sí mismo la estructura de esos datos y la naturaleza de los soportes gráficos mejor adaptados a la comunicación de los resultados.

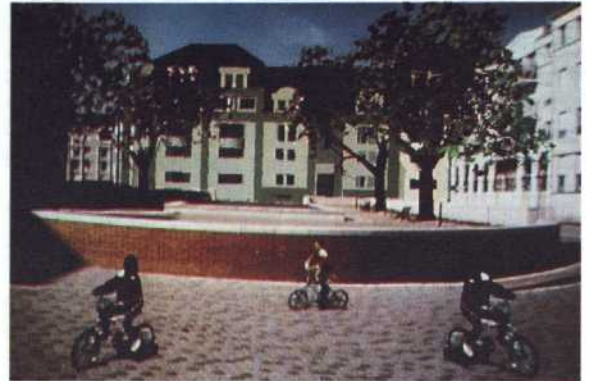
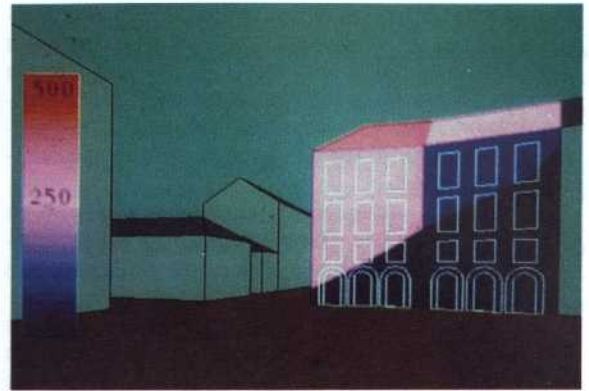
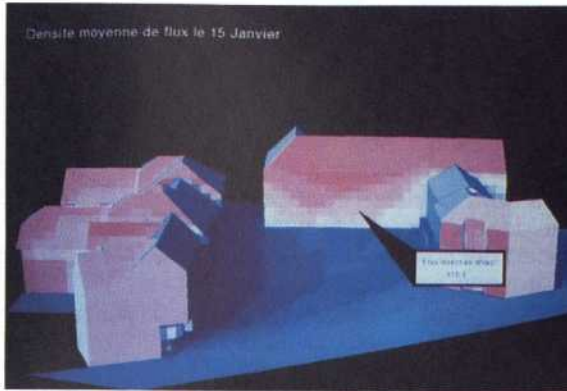
El sistema se organiza en torno a bancos de objetos urbanos homogéneos de objetos urbanos (manzanas, edificios, licencias de edificación, equipamientos, barrios...). A cada banco de objetos está asociado cierto número de descriptores: éstos pueden ser gestionados interactivamente por adicción, destrucción, modificación o construcción de nuevos descriptores a partir de los existentes. Además, permite asociar a espacio localizado los diferentes objetos de estos bancos de elementos urbanos. Para ello basta con definir parámetros de localización espacial:

- LOCALIZADORES X, Y para identificar una posición puntual.
- CONTORNOS para precisar la influencia de los objetos.

El programa puede realizar una puesta en relación geográfica por localización de categorías de objetos de distinta naturaleza. Esta puesta en relación, de orden espacial, se realiza definiendo uno o varios descriptores de relación entre los objetos. De este modo, los objetos elementales pueden ser manejados a un nivel y una escala superiores. Igualmente es posible manejar nuevas informaciones a partir del reagrupamiento de datos tomados de otro banco. Así, las transacciones inmobiliarias localizadas en la ciudad pueden convertirse en descriptores que caracterizan el barrio.

Los objetos urbanos pueden estar representados bajo numerosas formas. Concretamente, pueden obtenerse:

- Mapas de localización, en que los objetos son posicionados según sus coordenadas X e Y, utilizando símbolos elegidos por el usuario.
- Mapas temáticos por capas, en que los objetos tienen una definición de tipo CONTORNO.
- Imágenes axonométricas, en que las fachadas de las construcciones son definidas a partir de una operación de eliminación de las partes ocultas para ser consideradas como contornos susceptibles de recibir una información temática.



SOLENE.—Simulación de flujo solar, balance energético e imagen numérica.

Por tanto, RICARDO permite elegir las soluciones y el tipo de grafismo mejor adaptado al problema de comunicación y difusión de informaciones que se haya planteado. El usuario dispone de toda una gama de dispositivos gráficos (formas, símbolos, colores...). Puede ampliar esta gama creando por sí mismo nuevas formas o nuevos símbolos.

El programa está ahora cargado en microordenadores PC-AT con una capacidad mínima de memoria viva de 512 K-octetos y una capacidad en disco duro de 20 mega-octetos. Se han efectuado diferentes conexiones con periféricos de trazado que van de los formatos A3 a A0 (norma HLGP), así como periféricos de digitalización.

Funciona bajo un sistema de explotación MS-DOS y comporta 30.000 líneas de instrucciones escritas en FORTRAN 77 y en C. En la versión actual, las principales funcionalidades se descomponen como sigue:

- Creación y gestión interactiva de una base de datos localizada.
- Tratamiento estadístico de los datos.
- Cartografía temática.
- Representación volumétrica temática.

La versión actual de RICARDO en compatible PC-AT ha sido puesta a punto en el marco de un experimento que asocia al CERMA una ciudad de la periferia de Nantes: St. Herblain y las firmas SHLUMBERGER-BENSON y BULL. El experimento estaba apoyado por el «PLAN URBANO», organismo interministerial francés encarga-

do de este campo del desarrollo de la investigación y de la experimentación.

El segundo instrumento, SOLENE, es un útil de simulación de los fenómenos de insolación y de radiación en medio urbano complejo. Se espera completarlo con dispositivos de simulación de otros parámetros físicos que caracterizan el ambiente. Entonces, su objetivo sería el de realizar cruces e interpretaciones de los efectos combinados de los diferentes factores considerados (se piensa, concretamente, en los efectos aerodinámicos, acústicos, luminosos). Pero como más arriba se ha dicho, este proyecto está ligado al avance de los trabajos sobre la modelización numérica de los fenómenos correspondientes (GROLEAU, 1987, pp. 547-552).

Mientras llegan tales progresos, la modelización de las trayectorias solares y de las leyes que rigen la definición de la intensidad del flujo solar incidente directo, plantea problemas más accesibles. El método puesto en marcha en SOLENE requiere la modelización numérica de la insolación y de la radiación, así como la realización de una maqueta numérica del sector urbano al que se refiere la simulación. Ambas modelizaciones van seguidas de una fase de simulación. Esta se realiza sobre la maqueta numérica en 3D de las formas urbanas estudiadas. Los procedimientos de simulación actúan en este marco como generadores de informaciones que son referidas a los objetos. Las últimas fases consisten, en efecto, en almacenar estas diferentes informaciones deducidas de los simuladores y en restituirlas bajo

formas explícitas para los usuarios del procedimiento. Este problema se resuelve gracias a las posibilidades de la síntesis de imágenes, que permite obtener las representaciones perspectivas o axonométricas con caras ocultas, coloreado y revestimiento de las caras y encadenamiento de imágenes.

Realizando varias simulaciones sucesivas en distintos momentos, para un día o para un período más largo, se puede visualizar la insolación o la radiación en el curso del tiempo. Las capacidades funcionales de las máquinas de síntesis de imágenes permiten, además, la recuperación sincronizada de las distintas representaciones para realizar una animación de las sombras sobre una vista fija del proyecto. Y a la inversa, cabe definir la insolación para un momento dado, y hacer variar el punto de vista. En los espacios complejos en los que las visualizaciones de insolación son difíciles de restituir en una sola vista, vistas sucesivas pueden permitir el progreso en los espacios y simular una secuencia.

El uso repetido de las simulaciones de insolación lleva inevitablemente a un importante incremento de las informaciones. Esta sucesión de estados puede llevar —como se ha señalado— a la fabricación de secuencias de animación. Pero junto a esta aplicación, que requiere medios de registro de las imágenes numéricas, se debe estar en situación de poder facilitar la interpretación efectuando confrontaciones, globalizaciones, medias que respondan a cuestionamientos más generales. Estas operaciones de síntesis y de balance de insolación en un período dado pueden corresponder a preguntas del tipo: hallar todos los sectores que se benefician de menos de dos horas de insolación o representar todos los espacios, con sus potencialidades de insolación durante tal o cual período.

El método de tratamiento empleado es una operación habitual de síntesis de imagen. Consiste en trabajar sobre varios «planos imágenes» (soportes de las informaciones de colores añadidos a los «pixels» del monitor color y para construir los diferentes estados del trabajo), y luego fijar la imagen resultante en la pantalla.

Por último, la simulación numérica permite pasar de la visualización de los fenómenos de insolación a la evaluación de la energía solar incidente en las fachadas de los edificios y en el suelo. Esta evaluación depende solamente de la posición del sol (latitud, fecha, hora), de las características de orientación y de inclinación de la cara o fachada y de sus condiciones de insolación. El valor del flujo solar directo incidente puede igualmente ser ponderado por la fracción de insolación característica de la fecha y del lugar considerados.

Con ayuda de las imágenes numéricas, se va a poder responder a los interrogantes ligados a:

— La visualización de los flujos solares directos en el momento m .

— La visualización de la evolución de la energía solar incidente en el curso del tiempo.

— La síntesis y los balances energéticos realizados en un período de tiempo.

Basta adaptar a los procedimientos descritos más arriba el valor del flujo directo FN en un momento dado (cabe fijarlos a partir de las condiciones atmosféricas y de la altura del sol). Para una cara plana se conoce el valor del ángulo de incidencia con el rayo solar; y entonces, la densidad del flujo incidente es el producto de FN por el coseno del ángulo de incidencia.

Así, para visualizar los flujos directos en el tiempo t , se utiliza, como precedentemente, «la imagen de presentación en 2D de los objetos» y «la imagen de los objetos soleados» correspondientes. La primera imagen está representada en la pantalla con un color que traduce un flujo solar nulo. Se le superpone la imagen de los objetos soleados calculando para cada uno de ellos el flujo solar directo incidente asociando a los valores de éste una gama de colores. Estas imágenes resultantes memorizadas en diversos instantes permiten presentar la evolución de los valores del flujo solar en función del espacio y del tiempo. Para realizar una síntesis de los flujos solares en el curso de un período elegido, el procedimiento de construcción de la imagen es idéntico al utilizado para la síntesis de insolación. Utiliza los planos memoria de la máquina. Al final del tratamiento, cada punto de la imagen del plano representa el valor del flujo total acumulado incidente. Este valor es reducido a una media dividiéndolo por el número de horas del período. Entonces se expresa mediante un color.

El procedimiento de simulación numérica y de representación por síntesis de imagen puesta en marcha en SOLENE actualmente, descansa en una máquina de dimensiones modestas (máquina GETRIS IMAGES con órdenes provenientes de un microordenador compatible PC-AT). Su difusión, sin embargo, tropieza con la lentitud de la fase de modelización de la morfología urbana. Por lo demás, este obstáculo no es exclusivo de «SOLENE», ya que esta cuestión del «modelizador» geométrico representa un serio nudo de estrangulamiento para muchos lógicos de DAO arquitectónico y urbano. Acabaremos esta presentación evocando la forma en que hemos sorteado este obstáculo realizando un «interface» entre «SOLENE» y el lógico «TRAPU» (EGELS, 1988, pp. 39-41).

TRAPU ha sido puesto a punto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Define, a partir de la interpretación semiautomática de fotos aéreas, ficheros que traducen un ambiente urbano en poliedros convexos. Los ficheros de TRAPU son los utilizados directamente para realizar los ficheros de caras o fachadas necesarias para la puesta en marcha de SOLENE. La modelización del ambiente urbano se encuentra prácticamente automatizada —en el caso en que se disponga de un levantamiento fotogramétrico TRAPU—. Es claro que este tipo de técnicas abre perspectivas interesantes para el desarrollo de los métodos de simulación.

Como prolongación del lógico prototipo INVENT que modelizará el flujo aerodinámico, el CERMA trabaja actualmente en procedimientos de simulación indicativa de los efectos del viento en los espacios exteriores. Las técnicas puestas en marcha son lentas y complejas. El uso del «interface» con TRAPU permite aligerar el arranque de todas las cortapisas de constitución de las maquetas numéricas de los sectores urbanos estudiados.

CONCLUSION

Sin caer en profecías fáciles cabe predecir que el montaje aún experimental que aquí se ha evocado, va a ponerse poco a poco en su lugar y va a ser operativo en muchas de nuestras ciudades. Esto ocurrirá, no cabe duda, según modalidades y métodos distintos de lo que ha podido describirse: progresos, adaptaciones, pero también a la inversa, inmovilismos, constituirán otros tantos factores de evolución de los prototipos presentados. Sin embargo, está claro que en sus objetivos generales y en sus principios, las herramientas futuras se apoyarán en los experimentos actuales.

He aquí, en nuestra opinión, una razón suficiente para no contentarse tan sólo con la investigación técnica e instrumental, y para reforzarla con una serie de reflexiones más generales sobre las condiciones de puesta en marcha, los peligros eventuales y los límites de utilización de las nuevas técnicas en cuestión. ¿Será útil recordar que, sin duda, es vano —en este campo como en otros— confundir progreso tecnológico y progreso de civilización? Incluso si se admite que este conjunto de instrumentos actúa hacia una evolución inevitable de los modos de funcionamiento de nuestras sociedades urbanizadas,

incluso si se está de acuerdo en el posible peligro que habrá en resistirse a su despliegue, no se advierten razones convincentes que justifiquen la negativa a un análisis crítico de las consecuencias de su utilización.

Y todavía ahí, los desarrollos de este análisis rebasarían ampliamente los límites de nuestro actual propósito. Contentémonos, finalmente, con elaborar la lista de algunos temas que a nuestro entender deberían figurar en el programa de tal investigación. Interesan sucesivamente:

— El estudio de los límites y de los eventuales peligros de la multiplicación de simulaciones sustituyendo la realidad por un mundo virtual de imágenes, de signos o señales y de artificios.

— El examen atento del divorcio que puede aparecer entre el realismo de las representaciones y el contenido informático que comportan por éstas.

— La investigación del rebasamiento de las convenciones ligadas a los formalismos morfológicos, con el fin de dar cuenta de la noción multicriterios «de ambiente urbano».

— La comprobación de las implicaciones sociales y funcionales de la puesta en marcha de los instrumentos aquí expuestos en las instancias administrativas, técnicas y profesionales, encargadas de la concepción y de la gestión de la ciudad.

Sin pretender llevar a cabo el tipo de trabajo correspondiente a estas cuestiones, nos parece útil, sin embargo, que los realizadores de estos instrumentos estén también implicados en su puesta en práctica. Habrá que convenir en que la tarea de estos últimos no se realizaría sin dificultades. Pero esta ampliación de su mirada más allá de las cuestiones técnicas nos parece ser una condición esencial de su contribución a un verdadero progreso.

BIBLIOGRAFIA

CODD, E. F. (1970): «A relational Model of Data for large shared Data Banks», *Comm. ACM* V. 13, núm. 6, junio, pp. 377-387.

DAVAINE, J. J. (1987): «Exemple d'application à la gestion urbaine d'un système vidéodisque interactif: le VIDEO-VILLE», *Urban Data Management Symposium*, Blois, 1987, Ed. Laurini, AFCET, Francia, pp. 117-127.

EGELS, Y. (1988): «TRAPU, Tracé Automatique des Perspectives Urbaines», *Rencontre Internationale Gestion et Représentation des Transformations Urbaines*, GAMS AU, Marseille, pp. 39-41.

GROLEAU, D. (1987): «Modélisation des interactions entre les formes urbaines et les facteurs physiques de l'environnement», *Actes de la Conférence Européenne sur l'Architecture*, Munich, 6-10 abril, pp. 547-552.

PENEAU, J.-P. (1988): «Imagerie numérique des ambiances urbaines», *Cahiers de la Recherche Architecturale*, núm. 23, pp. 26-33, Paris.

POLISTINA, A. (1985): «Computer Graphics et Simulation visuelle: un nouveau langage pour la connaissance», *Annuaire de l'EST*, ed. Mondadori, Milán.

QUINTRAND, P., et al. (1988): «Un outil de simulation urbaine exploitant les techniques de l'intelligence artificielle et de la synthèse d'image», *Rencontre Internationale Gestion et Représentation des Transformations Urbaines*, GAMS AU, Marseille, pp. 43-58.

RICKABY, P. A.: «Six settlement patterns compared», *Environment and Plannings Planning and Design*, núm. 14, pp. 193-223.

ZEITOUN, J. (1988): «Scénographie intelligente: contribution à l'élaboration d'un dialogue entre l'image numérique et le langage opératif», *Cahiers de la Recherche Architecturale*, núm. 23, pp. 52-64, Paris.