

CAHIERS TECHNIQUES DE L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI

RÉDIGÉS SOUS LA DIRECTION DE A. HERMANT

CHAUFFAGE ET VENTILATION

	Pages
INTRODUCTION, par Marcel Veron, Président des V ^e et VI ^e Congrès du Chauffage et de la Ventilation des Bâtiments Habités	4
L'AVANT-PROJET, par M. Lormont, Président de l'Association des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation de France	6
I LA PRODUCTION DE LA CHALEUR	
LES HOUILLES FRANÇAISES ET LEURS DERIVES AU SERVICE DU CHAUFFAGE DOMESTIQUE, par L. Lahoussay, Chef des services techniques au Comité Central des Houillères de France	8
COMMENT CHAUFFER ECONOMIQUEMENT UN IMMEUBLE PAR LES COMBUSTIBLES SOLIDES, par J. Truille, Vice-Président du Comité Intersyndical du Commerce des Combustibles de Paris et de sa Banlieue	10
CLASSEMENT DES COMBUSTIBLES — LE COKE	12
LE CHAUFFAGE PAR LES COMBUSTIBLES LIQUIDES, par J. Duzan, Ingénieur Civil des Mines	13
LE CHAUFFAGE PAR LE GAZ	18
LE CHAUFFAGE PAR L'ELECTRICITE, par F. Defassieux, Ingénieur A. et M., E. S. E.	21
II LE TRANSPORT DE LA CHALEUR	
LE CHAUFFAGE PAR L'AIR CHAUD, par C. Hérody, Président de la Chambre Syndicale de Fumisterie, Chauffage et Ventilation de France	24
EAU CHAUDE ET VAPEUR, par R. Dupuy, Ingénieur des Arts et Manufactures	28
CHAUFFAGE SOUS VIDE, par M. Colin-Merlin, Ingénieur	32
CHAUFFAGE PAR EAU SURCHAUFFEE, par M. Chavannes, Ingénieur civil des Mines	32
CHAUFFAGE URBAIN	33
III L'UTILISATION DE LA CHALEUR	
CONVECTION ET RAYONNEMENT, par A. Misenard, Ingénieur A. et M.	35
CHAUFFAGE PAR CONVECTEURS	37
CHAUFFAGE PAR PANNEAUX RAYONNANTS	38
CHAUFFAGE PAR LE SOL	40
CHAUFFAGE PAR AÉROTHERMES, par A. Beurrienne, Ingénieur E. C. P.	41
IV CONDITIONNEMENT DES LOCAUX	
LES BASES DU CONDITIONNEMENT	42
LE CONDITIONNEMENT APPLIQUÉ AUX SALLES DE SPECTACLE, par A. Beurrienne, Ingénieur E. C. P.	43
EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE CONDITIONNEMENT, réalisées par les Établissements Carrier, Neu, Ozonair, Quint et Flamant, Tunzini et Ventii	45
V CONTROLE DES INSTALLATIONS	
REGLAGE AUTOMATIQUE DE LA TEMPERATURE DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE CENTRAL, par H. Arquembourg, Président d'Honneur de la Chambre Syndicale de Chauffage et de Ventilation de France	57
VI LA MISE EN ŒUVRE DES INSTALLATIONS	
L'AMÉNAGEMENT DES CHAUFFERIES, par C. Hérody	62
SOUTES ET MANUTENTION DES COMBUSTIBLES SOLIDES	66
CONDUITS DE FUMÉE, par M. Montariol	67
CAPTATION DES POUSSIÈRES ET DES FUMÉES	71
VII RÉPERTOIRE DES APPAREILS	
CHAUDIÈRES, p. 75 — BRULEURS A CHARBON, p. 79 — BRULEURS A HUILE LOURDE, p. 82 — CHAUDIÈRES A GAZ, p. 86 — APPAREILS ÉLECTRIQUES, p. 88 — RADIATEURS, p. 89 — CONVECTEURS, p. 90 — AÉROTHERMES, p. 90 — PETITS APPAREILS DE CONDITIONNEMENT, p. 91 — ASPIRATEURS, p. 92 — CAPTE-SUIJES, p. 93 — APPAREILS DE RÉGULATION, p. 94.	

MODERNISMO, ARQUITECTURA Y CALEFACCIÓN. INNOVACIONES EN FRANCIA, 1900-1939

Emmanuelle Gallo

La arquitectura moderna está generalmente asociada con las innovaciones técnicas que generaron un nuevo conjunto de conceptos estéticos. La revolución radical en los sistemas de calefacción ya se había producido durante el siglo anterior. Pero los inicios del siglo XX no fueron un período sin interés; en el campo de la calefacción, se dieron significantes mejoras, sobre las que hablaremos en este texto.

UNA BREVE HISTORIA DE LA CALEFACCIÓN

El primer período interesante de la historia de la calefacción es la Roma Imperial. En aquella época se inventó el hypocaustus, el cual se extendió por el norte de Europa, en los baños públicos y en las villas importantes.

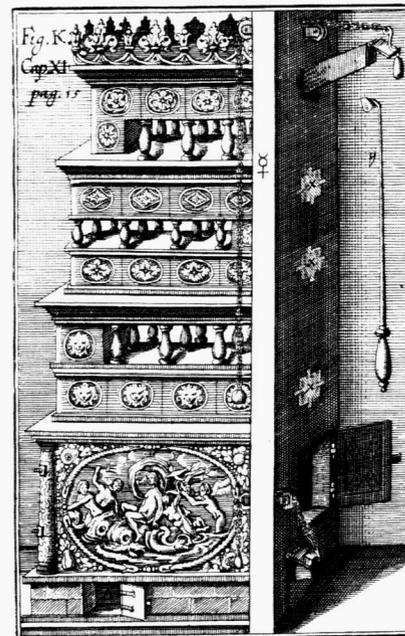
La siguiente revolución en el dominio de la calefacción llegó entre los siglos X y XIII d.C, con las chimeneas empotradas en la pared y las primeras estufas de terracota en la zona germánica (con Alsacia en Francia).

Durante la segunda mitad del siglo XVIII y la primera del XIX se desarrollaron nuevos sistemas de chimeneas domésticas, más pequeñas y con brillantes ángulos.

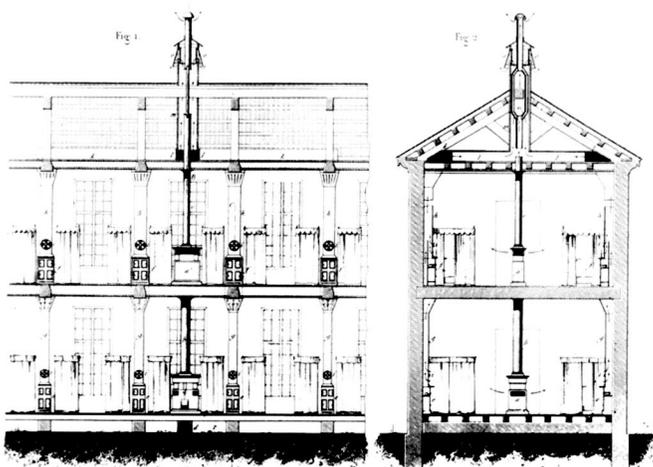
Las estufas también tuvieron su desarrollo, pasando de una fabricación corta a grandes series industriales. Se probaron diferentes sistemas de calefacción central, que usaban aire, agua caliente o vapor, o que combinaban estas soluciones.

El uso de carbón o “coke”, más común en Gran Bretaña, también llegó a Francia.

En la segunda parte del siglo XVIII, todos estos cambios fueron experimentales, pero durante el siglo XIX se desarrollaron los diferentes sistemas, al principio utilizados en lugares públicos o de gran afluencia: prisiones, hospitales, teatros, anfiteatros de universidad, fábricas textiles (para facilitar la producción) o invernaderos (para cultivar frutos exóticos), aunque raramente para hoteles y albergues.



Cocina de acero y cerámica. Georg Andreas Bockler, *Furnologia oder Haushaltliche Oefen Kunst*, Georg Muller, Frankfurt 1666, p. 15



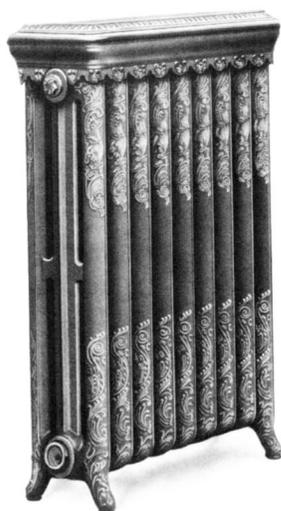
Calefacción y ventilación de un hospital. René Duvoir, *Chauffage et ventilation d'hôpital*, *Revue Générale d'architecture et des travaux publics*, n. 5, 1844, p. 27

En Francia, los sistemas de calentamiento de agua se hicieron más populares (excepto para los edificios de gran escala), ya que hubieron menos restricciones en su implantación, las calderas no necesitaban los mismos niveles de control y los usuarios estaban menos alarmados. Estos sistemas funcionaban generalmente sin bomba y se llamaron “thermosiphon”¹.

Las publicaciones de arquitectura del siglo XIX seguían los avances en la tecnología calefactora, especialmente en la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, donde publica artículos René Duvoir, un fabricante de sistemas de calefacción².

EL CONTEXTO A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

A finales del siglo XIX, la idea de utilizar calefacción central para uso doméstico estaba más aceptada, aunque no se había generalizado, tal y como pasó después de la II Guerra Mundial. Los radiadores estandarizados, las patentes de los cuales eran norteamericanas, habían reemplazado los antiguos intercambiadores de calor, de igual modo que las calderas también estandarizadas se hicieron más comunes. Las calderas de vapor explotaban con menos frecuencia y las regulaciones legales se hacen más estables.



Radiador convencional. Compagnie Nationale des radiateurs, 1911, p. 34

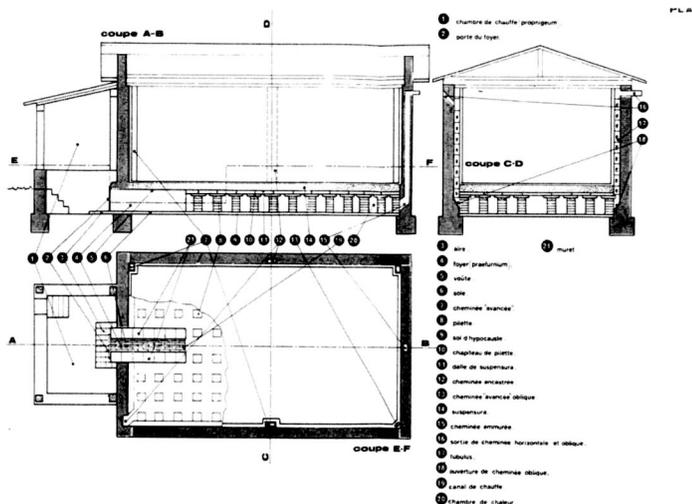
Los sistemas de medición y de presión, relojes, válvulas, serpentines y juntas se instalaban correctamente.

Las ciudades importantes desarrollaron redes eléctricas y de gas, primero para iluminar las calles y luego los espacios internos.

No existen libros escritos por arquitectos relacionados con la tecnología calefactora publicados en Francia en aquella época, pero existen muchos libros, sobre todo libros de texto, para ingenieros. También existen periódicos, o partes de periódicos, en la prensa arquitectónica. Estas fuentes se utilizarán para presentar las diferentes innovaciones desarrolladas durante el período: el uso de gasoil, las primeras redes de calefacción en distritos franceses, la introducción de bombas eléctricas, los suelos radiantes, los calentadores de aire forzado para las fábricas. Diversos arquitectos importantes trabajaron y publicaron textos durante este período, muchos de ellos educados en la *École Centrale*: Henri Arquembourg, Auguste Baurienne, André Nési, Victor Kammerer³. André Missenard (1901-1989), educado en la *École Polytechnique*, y familiar de un importante fabricante del sector, también publicó un libro de texto sobre calefacción y ventilación. Recibió el premio “Ernst Rietschel” en 1928 por su investigación sobre las temperaturas ambientales⁴.

EL PAPEL DESEMPEÑADO POR *L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI*

Cuando la nueva publicación *L'Architecture d'Aujourd'hui*, editada por primera vez en 1930, presentaba la arquitectura modernista, las cuestiones técnicas se hacían más importantes. Durante un par de años, los temas técnicos tuvieron una sección especial. Eran tratados como parte de los textos de presentación de cada edificio. La revista también publicó en 1933/1934 un suplemento técnico llamado *Chantiers*, es decir, “canteras”, en los que se optó por la misma solución⁵. En 1935, la publicación fue reestructurada y una vez al año se dedicaba un número a un tema técnico. El número 5, de mayo de 1935, se centraba en “La calefacción y la ventilación”. Los diferentes puntos eran: producción de calor (gasóleo y energía), fluidos portadores de calor, medios de transmisión, climatización, control y regulación. Los textos, los cuales presentaban los sistemas más modernos e interesantes, estaban escritos generalmente por ingenieros expertos en este campo⁶.



Ejemplo de hipocausto romano. Dibujo de Jean-Marie Degbomon, en Jean-Marie Degbomon, *Etudes et recherches archéologiques*, Liège 1984, p. 240

LA INTRODUCCIÓN DEL GASÓLEO EN LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Una de las novedades relativas es el uso del gasóleo en combinación con, o sustituyendo, al carbón. A menudo es posible simplemente cambiar los quemadores de carbón a aceite. Al pasar a usar gasóleo se redujo la importancia de la mano de obra, ya que la alimentación de las calderas se podía hacer automáticamente. Aunque el coste de esta nueva energía era más alto, ya no se tenía que pagar al encargado de suministrar carbón al sistema. La energía calorífica del gasóleo variaba de 10.400 a 10.800 calorías por kilo, que es más que lo que proporciona el gasóleo sólido. El gasóleo era especialmente adecuado allí donde no había red de gas.

La escuela de primaria “Karl Marx” de André Lurçat en Villejuif (1931-1933) usaba gasóleo y bombas eléctricas⁷. La sala de calderas estaba aislada del resto de edificios⁸.

Por seguridad, las calderas podían tener diferentes quemadores para carbón y aceite, con unidades de almacenamiento apropiadas para cada material. El agua caliente se enviaba a los radiadores con bombas eléctricas, pero también podía funcionar con propulsión usando termosifones. Los tests mostraron que todos los radiadores del edificio estaban suficientemente calientes en veinte minutos. Ambos elementos fueron probados con resultados similares. El gasóleo se consideraba el combustible más conveniente, usando el carbón como energía secundaria.

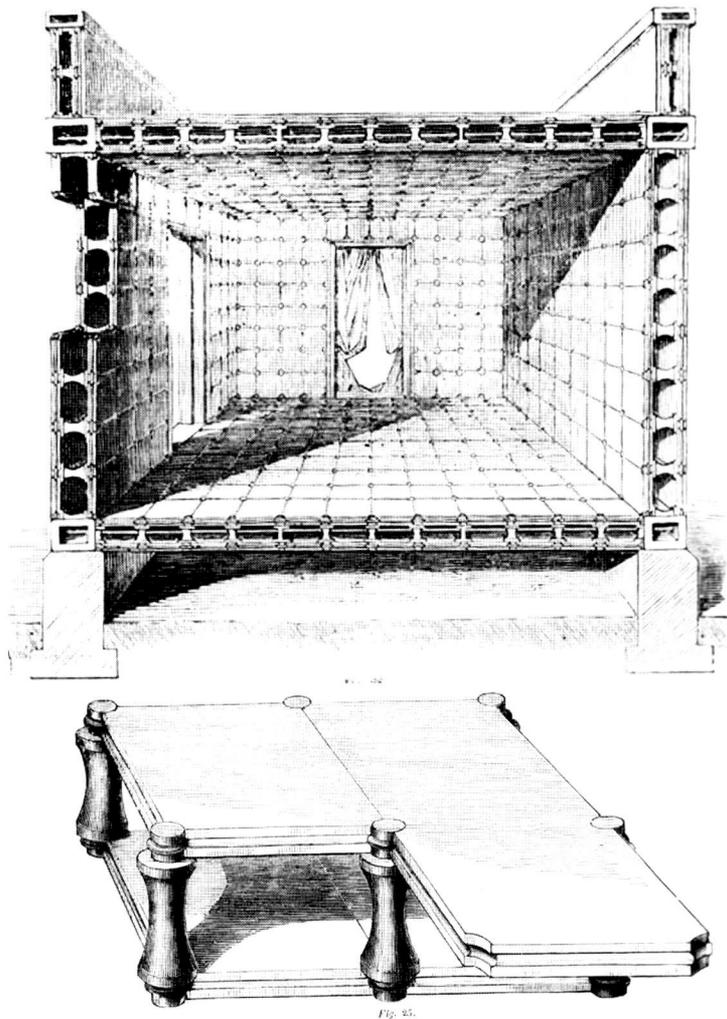
El gasóleo no era común en Francia. La revista *Chantiers* (número 4, 1934) dedicaba un página entera a hacer un listado de las refinerías de petróleo en Francia⁹. En un contexto suburbano, la lujosa Villa Cavrois en Croix, diseñada por Rob Mallet Stevens en 1932, también se calentaba con gasóleo¹⁰.

EL DESARROLLO DE LA CALEFACCIÓN RADIANTE

La calefacción radiante tiene una larga historia. Ya en los tiempos de Roma, con el sistema del hypocaustus, las habitaciones se calentaban con túneles de humo localizados en los suelos. El sistema de terracota también usaba calefacción radiante localizada. Durante el siglo XIX, diversos especialistas, como Emile Trélat, promovieron el uso de la calefacción radiante para grandes superficies, ya que podía asociarse con aire frío, un sistema que consideraba saludable¹¹. Edwin Chadwick propuso dos proyectos de calefacción radiante de suelo en la *Revue Générale de l'Architecture* (1872).

La primera propuesta estaba relacionada con la calefacción de un hospital de campaña y la segunda con una casa que poseía doble pared para contener el aire caliente en medio¹². Estos ejemplos muestran el interés mostrado por la calefacción radiante, pero también las dificultades para hacer que este sistema fuera práctico y tuviera costes razonables.

Los inicios del siglo XX vieron el desarrollo comercial de la calefacción radiante. El edificio que aquí se presenta es la escuela primaria al aire libre de Suresnes, de Eugène Beaudouin (1898-1983) y Marcel Lods (1935-1936)¹³. Esta escuela experimental fue diseñada según los principios del higienismo, con clases dispuestas en el jardín, tres muros hechos de puertas correderas y techos solares. Los suelos de las clases estaban hechos de bloques de piedra natural y la calefacción consistía en tuberías de acero incrustadas en el suelo. Para contrarrestar el frío producido por las enormes ventanas, además de la calefacción radiante, se usaba el aire



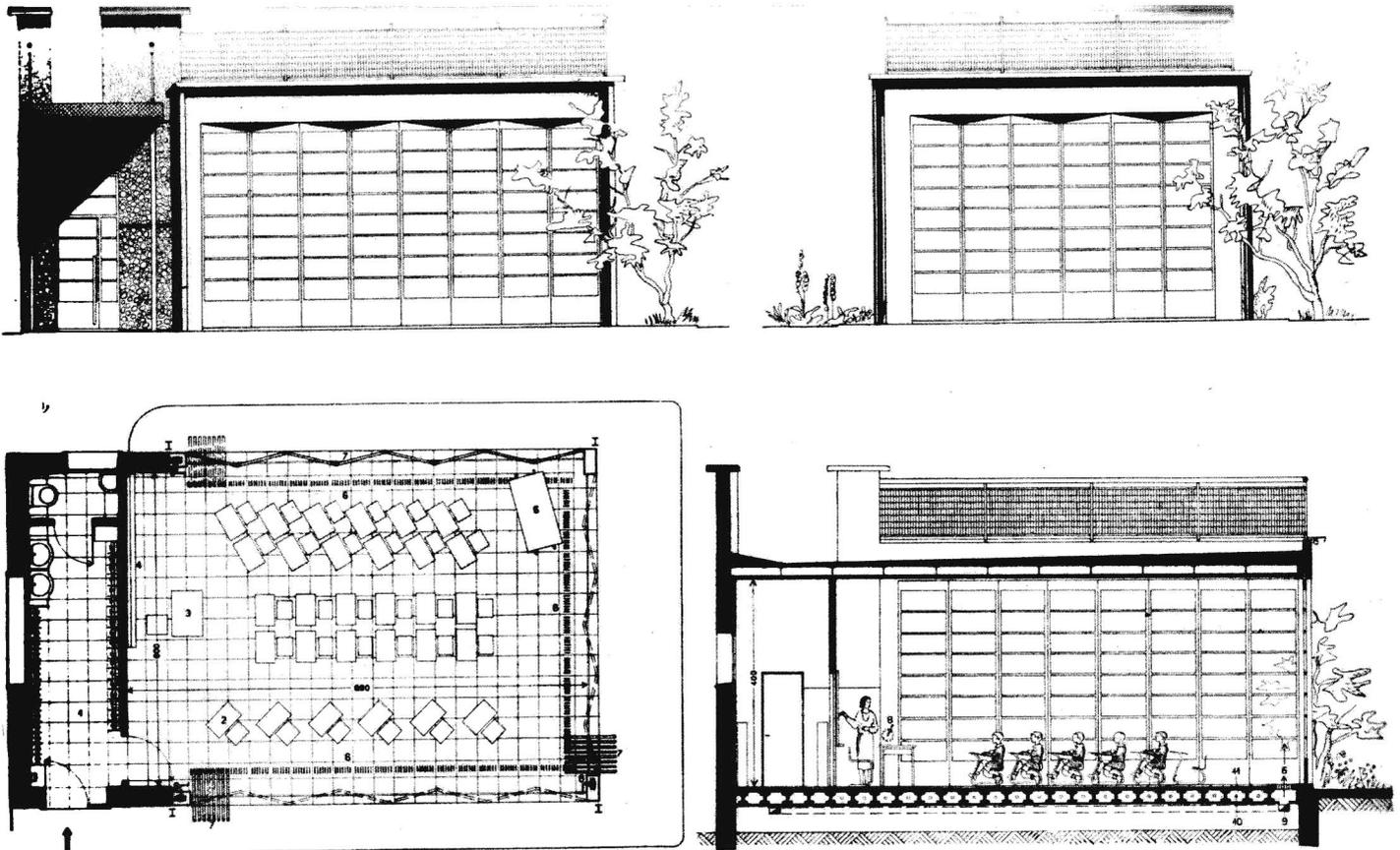
Sistema de calefacción radiante de Edwin Chadwick. Lavézarri E, “Traité pratique du chauffage”. *Revue generale d'architecture et des travaux publics*, nº 29, 1844, col. 155

caliente de los conductos colocados a lo largo de la pared móvil, cuando fuera necesario. La zona de producción de calor era un sistema de vapor de baja presión, eliminando así los daños que podrían producir la escarcha durante las vacaciones. La calefacción radiante fue promovida por André Missenard, el cual escribió un artículo sobre el tema en un número especial de *L'Architecture d'Aujourd'Hui*. Missenard concebía este sistema a gran escala durante los años 60¹⁴. Deriaz registró las patentes y el sistema se distribuyó a través de diferentes firmas en París: Boeringer, Chaussidière, Gandillot, Albet Hatry y Tunzini¹⁵.

LA INTRODUCCIÓN DE LA CALEFACCIÓN EN LAS ZONAS RESIDENCIALES DE FRANCIA

Las redes de calefacción de los barrios aparecieron en el estado de Nueva York alrededor de 1880¹⁶. La primera red europea se instaló en Dresde¹⁷, en 1900. Hasta 1928 no llegó a Francia, a pesar de que Augustin Rey (1864-1934), arquitecto y entusiasta higienista, había impulsado la idea de dotar de calefacción a las zonas de trabajadores desde una estación central en 1905¹⁸.

Se crearon dos redes al mismo tiempo: una en París y otra en Villeurbanne, cerca de Lyon. Una de las ventajas de la calefacción de “distrito” era la reducción y el control de las molestias provoca-



Escuela al aire libre Suresnes, Eugène Beaudouin, Marcel Lods (1935-36). A. Roth, *La nouvelle architecture 1930-1940*, Engelbach, 1939, p.124

das por el humo. El uso extensivo del carbón en las ciudades era la causa de la peligrosa contaminación del aire, ya denunciada por mucha gente, entre ellos el arquitecto modernista Marcel Lods¹⁹.

En París, la red de vapor se creó con dinero privado. Consistía en una planta eléctrica obsoleta diseñada originalmente para el metro cerca del Sena, al lado de la Gare de Lyon. La red se extendió por el barrio y hacia la zona oeste, hasta el centro de la ciudad²⁰.

La ciudad de París dio la concesión a la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, y priorizó la conexión a edificios públicos²¹.

Ésta es la razón por la que los edificios públicos (municipales o estatales) cercanos a la red disponían de este sistema de calefacción: la estación de trenes, el ayuntamiento de la ciudad, las escuelas, la biblioteca nacional, el ayuntamiento del cuarto distrito, el Palais-Royal y la Comédie Française, el Conservatoire des Arts et Metiers, el instituto Turgot... y también los hoteles, salas de cine, oficinas y las residencias haussmanianas.

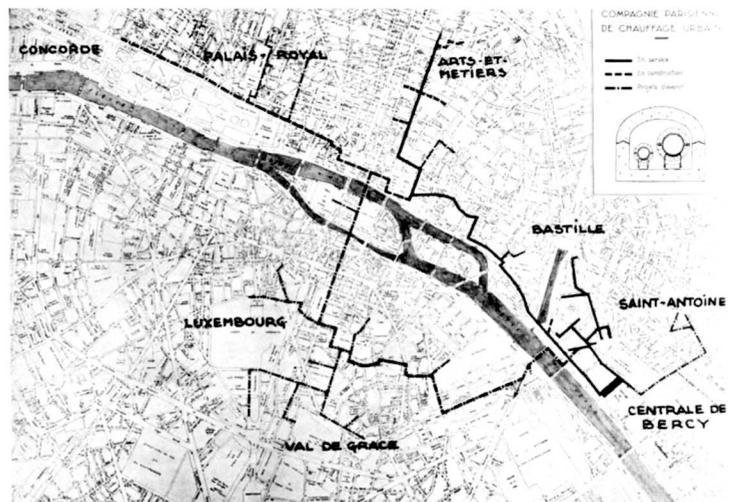
Desde el principio, la idea era crear una red con diferentes unidades de producción, localizadas en las afueras, que produjeran electricidad y que reutilizaran los desechos de las casas. Sin embargo, la crisis monetaria y la guerra hicieron que la interconexión tuviera que esperar hasta los años 50.

En Villeurbanne, la red fue iniciada por el alcalde Lazare Goujon (1869-1960), en el contexto de un programa global urbano e higienista, con un nuevo ayuntamiento, el Palacio del Trabajo (Palais du Travail) y con una gran zona residencial con rascacielos²².

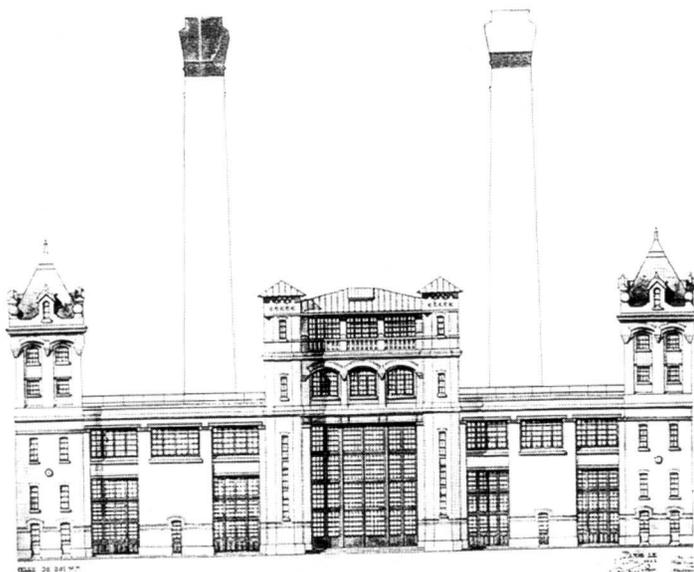
La estación de producción tenía como base el quemador de residuos y estaba acompañada por una caldera de carbón. El fluido de

conducción de calor era agua caliente bajo presión (180°C, 15 kg.) y la empresa alemana Caliqua, la cual gestionaba la red, tenía una rama en Alsacia.

El calor se suministraba a las unidades de cada hogar, fábricas y edificios públicos, incluida una piscina localizada en el sótano del Palacio de Trabajo. En la ciudad socialista radical, dirigida por un doctor, el fin era democratizar el bienestar y la higiene con la ayuda del ingeniero Jean Fleury.



Central de calefacción y red de vapor en París. André Hermann, *Chauffage urbain*, *L'Architecture d'Aujourd'hui*, n. 5, 1934, p. 33



Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain. André Hermann, "Chauffage urbain", *L'Architecture d'aujourd'hui*, n. 5, 1934, p. 33

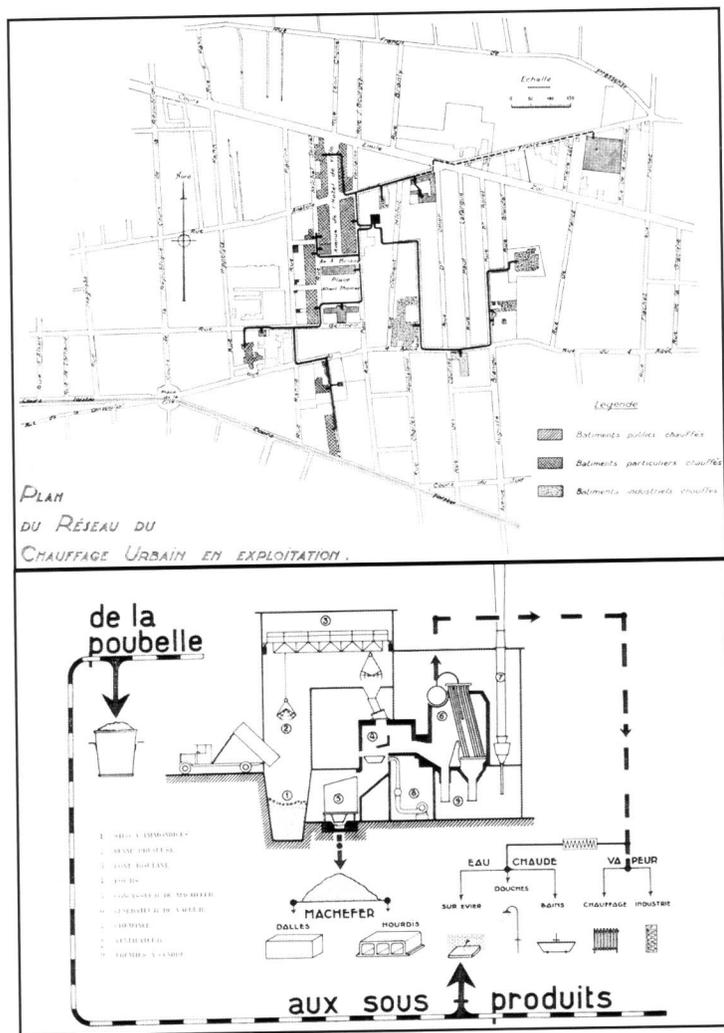
CALEFACCIÓN POR GAS Y ELECTRICIDAD

La calefacción por gas se podía llevar a cabo por dos medios: por calefacción central o por radiadores de gas diseñados y producidos a finales del siglo XIX. Este tipo de calefacción suponía un gran número de piezas necesarias para calentar cada habitación individualmente.

La calefacción central de gas se podía instalar para calentar todo un edificio o para sólo un apartamento. La eficiencia energética era buena (80%) y la regulación legal adecuada, pero todo el sistema debía ser conveniente y regularmente controlado para que fuera seguro²³.

En 1925 se introdujo por primera vez la calefacción eléctrica en Francia, cuando se desarrolló una red eléctrica relativamente grande²⁴. El sistema otorgaba libertad total. Pero su alto precio frenó su difusión, especialmente en el caso de la calefacción eléctrica directa. Los almacenadores de calor fueron más atractivos desde el punto de vista financiero.

Durante el período que estudiamos, la calefacción eléctrica siguió siendo insignificante, a pesar de que se diseñaron bonitos radiadores, especialmente uno de Saint-Gobain para la Exposición Internacional de París de 1937.



Red de calefacción urbana en Lyon, con el sistema de circulación del incinerador. Lazare Goujon, Villeurbanne typographique (1935, p. 370)



Radiador eléctrico "Calor". Tarjeta postal, Unión des arts décoratifs 1987, Imagen Sully-Jaulmes

CONCLUSIÓN

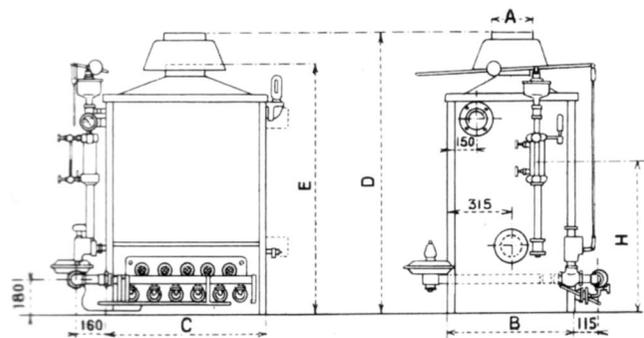
Este período de 1900 a 1939, a pesar de no ser revolucionario en el campo de la calefacción, sí que fue innovador. Existen nuevas fuentes energéticas, redes, y sistemas de calefacción utópicos pasaron a convertirse en realidad. Los arquitectos utilizaron todas estas novedades de buena gana, incluso en proyectos residenciales. La difusión del bienestar relacionado con la calefacción todavía no estaba extendido, pero fue en este período cuando todo quedó preparado para su democratización después de la II Guerra Mundial.

NOTAS

1. Todas estas informaciones generales están recogidas en la tesis de doctorado del autor, en proceso de realización: *Modernité technique et valeur d'usage, le chauffage des bâtiments d'habitation en France*, Université de Paris y dirigida por Gérard Monnier. Ver también: GALLO, E., "Jean Simon Bonnemain (1743-1830) and the Origins of Hot Water Central Heating", 2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29 Marzo-2 Abril 2006, editado por la Construction History Society, pp. 1043-1060.
2. DUVOIR, René, *Revue générale d'architecture et des travaux publics*, "Chauffage par eau chaude", 1847-1848, n. 7, col. 509-515.
3. Más detalles relacionados con la calefacción en los edificios públicos y la escuela central: GALLO, E. y Thomine, A., *Chauffage et ventilation, Le Paris des centraliens, bâtisseurs et entrepreneurs*, Paris, Action Artistique de la ville de Paris, 2004, pp. 199-201, dirigido por Jean-François Belhoste.
4. MISSEARD, André, *Cours supérieur de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air*, Librairie de l'enseignement technique, Paris, 1937-1943, 4 vol.
5. ROULEAU-SIMONOT, Nathalie, "Les tentatives d'une revue à forte identité technique au travers de L'Architecture d'Aujourd'Hui", *Les Avatars de la littérature technique*, CHTE, CNAM, INHA, 3-5 marzo 2005.
6. "Chauffage et ventilation", *Architecture d'Aujourd'Hui*, mai 1935, n. 5, p. 100.
7. "L'école Karl Marx de Villejuif", *Chantiers*, 1933, n. 3, pp. 27-28.
8. JOLY, Pierre et Robert, *L'architecte André Lurçat*, Picard, 1995, pp.103-109.
9. *Chantiers*, 1934, n. 4.
10. KLEIN, Richard y MALLET-STEVENS, Robert, *La villa Cavois*, Picard, 2005, p. 224.
11. TRÉLAT, Emile et SOMASCO, C., *Le chauffage et l'aération des habitations, la bibliothèque des annales économiques*, 1889, p. 11.
12. LAVEZZARI, E., "Traité pratique du chauffage", *Revue Générale de l'Architecturale et des Travaux Publics*, 1872, n. 29, col. 152-156.

CHAUDIÈRES A GAZ "IDÉAL GAZINA"

TYPES "GW" ET "GS"



Numeros	Diamètre Raccord Regulateur de pression du gaz	Diamètre Raccord Vanne de réglage	A	B	C	D	E	H
			Diamètre des tuyaux d'évacuation	Largeur de la Chaudière seule	Profondeur de la Chaudière seule	Hauteur avec antirefouleur	Hauteur sans antirefouleur	Hauteur des retours au-dessus du sol
1-GW- 8	40	49	40	49	203	630	875	1405
1-GW- 9	50	60	40	49	228	630	975	1480
1-GW- 10	50	60	40	49	228	630	1075	1500
1-GW- 11	50	60	40	49	254	630	1175	1500

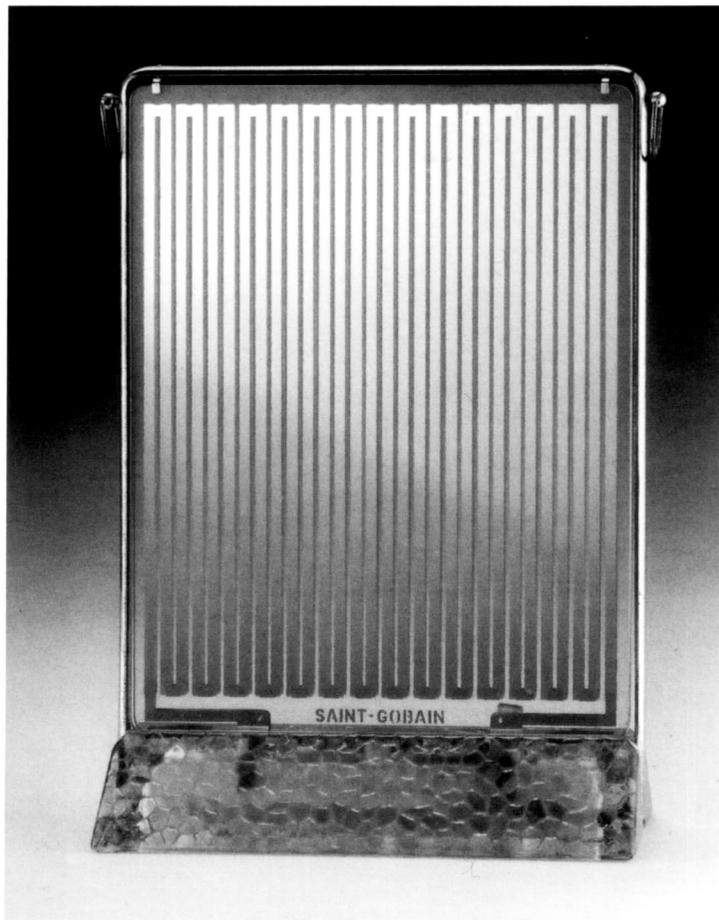
CHAUDIÈRES POUR EAU CHAUDE

1-GW- 8	40	49	40	49	203	630	875	1405	1210	950	330
1-GW- 9	50	60	40	49	228	630	975	1480	1210	950	330
1-GW- 10	50	60	40	49	228	630	1075	1500	1210	950	330
1-GW- 11	50	60	40	49	254	630	1175	1500	1210	950	330

CHAUDIÈRES POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

0-GS- 40	20	27	26	34	102	470	350	1310	1220	1040	485	810
0-GS- 50	30	33	42	33	127	470	425	1310	1220	1040	485	810
0-GS- 60	26	34	26	34	152	470	500	1340	1220	1040	485	810
0-GS- 70	33	42	26	34	152	470	575	1340	1220	1040	485	810
1-GS- 40	33	42	26	34	152	630	475	1355	1210	950	330	760
1-GS- 50	33	42	33	42	173	630	575	1355	1210	950	330	760
1-GS- 60	33	42	33	42	203	630	675	1365	1210	950	330	760
1-GS- 70	40	49	33	42	203	630	775	1385	1210	950	330	760
1-GS- 80	40	49	40	49	203	630	875	1405	1210	950	330	760
1-GS- 90	50	60	40	49	228	630	975	1480	1210	950	330	760
1-GS- 100	50	60	40	49	228	630	1075	1500	1210	950	330	760
1-GS- 110	50	60	40	49	254	630	1175	1500	1210	950	330	760

Accessoires pour les Chaudières à vapeur : Régulateur de pression du gaz, Rampe à gaz complète avec robinets, Vanne de réglage progressif du gaz, Régulateur de pression de la vapeur, Veilleuse thermostatique avec robinet, Antirefouleur, Jaquette isolante en tôle noire (emailée blanc sur demande seulement), Robinet de vidange, Garniture de niveau d'eau, Soupape de sûreté, Manomètre.



Radiador eléctrico Saint-Gobain. Cartel George Fabre, Biblioteca Forney

13. ROTH, Alfred, *The New Architecture, 1930-1940*, Engelbach, 1939, pp. 115-130.
14. MISSENERD, André, "The radiant heating", *Architecture d'Aujourd'Hui*, n. 5, 1935, p. 36.
15. *Chantiers*, 1934, n. 2, pp. 32-34.
16. Birdsell Holly, of Lockport, New York, United States Patent Office: Apparatus for Supplying Districts in Cities and Towns with Heat and Power, n. 9, 821, July 26, 1881. Street-Main, n. 9,730, May 31, 1881. Meter, n. 241,217, May 10, 1881. Steam-Pressure Regulator, n. 246,952, September 13, 1881.
17. WERNER, Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning* (Desarrollo y extensión de la calefacción en los distritos), Stockholm, 1989, p. 79.
18. REY, Augustin, "Comment chauffer les habitations populaires - Chauffage central par groupe d'immeubles", *Compte rendu de la 37e session Clermont-Ferrand 1908 de l'Association Française pour l'avancement des sciences*, Masson, Paris, 1909, p. 1376-1388. REY, A., "Le problème du chauffage collectif des habitations populaires", *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, oct-nov. 1908, p. 248.
19. LODS, Marcel, *Le métier d'architecte*, Paris, 1976, p. 51-62. HUMERY, René, *La lutte contre les fumées poussières et gaz toxiques*, Dunod, Paris, 1933, p.350.
20. *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954*, CPCU, Paris, 1955, p. 29.
21. DE TASTE, L. y LEFEBURE, Auguste, "Rapport du conseil municipal de Paris", 15 novembre 1927, n. 144.
22. GALLO, E. "La réception et le quartier des Gratte-ciel, centre de Villeurbanne, ou pourquoi des Gratte-ciel à Villeurbanne en 1932", ponencia en la VIIe conférence internationale de Docomomo, Image, usage, héritage: la réception de l'architecture du mouvement moderne, Unesco, Paris, 16-19 septembre, Presse Universitaire de Besançon, p.149-152.
23. PRUD'HON, G., "Le chauffage central au gaz", Office technique de chauffage, Paris, 1927. PAQUIER, S. y WILLIOT, J. P., *L'Industrie du gaz en Europe aux XIXe et XXe siècles; L'innovation entre marchés privés et collectivités publiques*, Lang, Bruxelles, 2005. BESNARD, H., *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942.
24. DEFLASSIEUX, F., "La chauffage par l'électricité", *Architecture d'Aujourd'Hui*, mayo 1935, n. 5, p. 21-23.

El presente artículo ha sido publicado originalmente en inglés en: "Climate and Building Physics in the Modern Movement", Proceedings of the 9th International DOCOMOMO Technology Seminar, 24-25 junio 2005, Lößau, Alemania. Preservation technology dossier, 9 septiembre 2006, "Climate and Building Physics in the Modern Movement", J. Tomlow (ed.), O. Wedeburnn (co-ed.) Wissenschaftliche Berichte der Hochschule Zittau/Görlitz (Fh) Vol.88, Special Issue 2168-2179, 2006.

Emmanuelle Gallo. Arquitecta e historiadora. Su ámbito de investigación abarca la Arquitectura de la época contemporánea, la historia de la construcción y de la calefacción. Miembro del Docomomo ISC-Technology.