



HPC ENVIROTEC S.A., 187 Avenue du Général Leclerc, 94700 Maisons-Alfort

Tél: (1) 43 96 89 74
Fax: (1) 43 96 89 77

AUDIT DU SITE DE L'ANCIENNE USINE A GAZ DE CHARTRES

PREMIERE PARTIE: ETUDE HISTORIQUE ET GEOLOGIQUE

Chargés d'affaires:

Benoît EROUT
Géologue-Géophysicien

Frank KARG
Géologue-Géochimiste

Rapport HPC-F 956007a

mars 1995

HPC ENVIROTEC S.A.: Capital 1 338 000 F RCS CRETEIL B 383 974 292 APE 742 C SIRET 383 974 292 000 13

Siège social:
Leader Club n° 106
94373 SUCY EN BRIE CEDEX
Tél: (1) 49 82 90 10
Fax: (1) 49 82 47 55

Agences, nationales:
☐ Metz
☐ Rennes

Tél:
87 63 25 80
99 41 61 68

Fax:
87 55 24 67
99 41 61 91

Internationales:
London (GB)
Berlin (D)
Linz (A)
Prague (CR)
Milano (I)
Zürich (CH)

<u>1. DOCUMENTATION</u>	3
<u>2. LISTE DES DOCUMENTS CONSULTES</u>	4
<u>3. LISTE DES FIGURES</u>	5
<u>4. LISTE DES ANNEXES</u>	5
<u>5. INTRODUCTION</u>	6
<u>6. DONNEES GENERALES</u>	6
6.1. LE CONTEXTE HISTORIQUE ET GEOGRAPHIQUE	6
6.2. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE (VOIR <i>FIGURE 3</i>)	7
6.3. LE CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	8
6.4. LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	8
<u>7. GENERALITES SUR LES USINES A GAZ</u>	8
<u>8. DONNEES PARTICULIERES CONCERNANT LE SITE DE L'USINE A GAZ DE CHARTRES</u>	9
8.1. 1847 : LA PREMIERE USINE A GAZ	9
8.2. 1864 : PROJET DE CREATION D'UNE SECONDE USINE	9
8.3. LA SECONDE ET LA TROISIEME USINE A GAZ	10
8.4. LE CRAQUAGE D'ESSENCE ET LE GAZ NATUREL	11
8.5. L'AMENAGEMENT DU SITE	11

2. Liste des documents consultés

Carte géologique BRGM 1/50 000 n° 255 Chartres (1970).

Plans de la ville de Chartres 1863, 1864, 1878, 1911, 1937.

Plans partiels du site de 1944, 1968.

"LEBON et Cie Un centenaire 1847-1947", pp. 157-160.

Minutes du congrès "EUROFORUM Altlasten", Saarbrücken, juin 1990.

Minutes du congrès "Contaminated Soil", Karlsruhe, décembre 1990.

"Erkundung ehemaliger Gaswerksstandorte", Landesanstalt für Umweltschutz, Baden
Württemberg, 1990.

"Technologie et contrôle de la lutte contre la pollution par les cokeries", LECES RP/L188,
juillet 1987.

"Le goudron et sa distillation", J. de Miscal, CESSID, 1961.

"Polycyclic Aromatic and Heteroaromatic Hydrocarbons", M. Zander, 1980. The Handbook of
Environmental Chemistry, Vol. 3 part A, Ed. O. Hutzinger.

Ableitung von Bodenrichtwerten für Benzo(a)pyren. Verband der Chemischen Industrie e.V.,
1989.

Technologie der Gaserzeugung. Band I et II. Schmidt, 1981.

Rapports internes exemplaires sur l'ancienne usine à gaz de Tuttlingen. HPC Harress Pickel
Consult, 1990-1993.

Ancienne usine à gaz de Lyon-Perrache (France), Diagnostic et traitement préliminaire en vue
de la réutilisation d'un site aujourd'hui en zone urbaine, M.F. Suais, C. Wafelman, TSM 1993,
n°9, p. 411-418.

3. Liste des Figures

Figure 1 : Extrait du plan au 1/10 000 Chartres et localisation du site

Figure 3 : Extrait de la carte géologique n° 255 au 1/50000

Figure 4 : Classification des fours des usines à gaz

Figure 5 et 5bis: Schéma de fabrication du gaz manufacturé

Figure 6 : Plan schématique d'un four à cornues horizontales

Figure 7 : Le goudron et sa distillation en France

Plan 1 : Chartres en 1863.

Plan 2 : Chartres en 1864.

Plan 3 : Chartres en 1878.

Plan 4 : Chartres 1911.

Plan 5 : Chartres en 1937.

Plan 6 : Recollement des installations de 1944 sur un extrait du plan cadastral.

Plan 7 : Plan de l'usine en 1947 avec recollement de celle de 1850.

Plan 8 : Recollement des installations de 1950 sur un extrait du plan cadastral.

Plan 9 : Recollement des installations de 1968 sur un extrait du plan cadastral.

4. Liste des Annexes

Annexe A : Généralités sur les usines à gaz

5. Introduction

Le Gaz de France a décidé de mener des opérations systématiques d'audit sur un certain nombre de sites d'anciennes usines à gaz. Le site de Chartres, a fait l'objet d'une telle opération.

La démarche adoptée pour réaliser un tel audit consiste dans un premier temps (phase A) à recueillir le maximum d'informations par des démarches et des recherches indirectes: étude bibliographique, interviews, etc ... A partir des informations rassemblées dans le domaine notamment de l'hydrogéologie ou de la connaissance historique des procédés industriels mis en oeuvre sur le site, il est possible de définir la typologie des risques environnementaux et ainsi d'orienter dans un deuxième temps (phase B) l'évaluation de ces risques par des investigations pertinentes sur le terrain.

Ce premier rapport décrit l'ensemble des informations obtenues au cours de la phase A de l'audit.

6. Données Générales

6.1. Le contexte historique et géographique

Capitale du peuple gaulois les Carnutes, Chartes devient en 51 avant JC une possession romaine. Au culte druidique, se profile donc l'aube du christianisme. Commence alors l'urbanisation de la ville.

Mais plus tard, les invasions, pillages et incendies perpétrés par les vikings (858 après JC), contribuent au ralentissement de l'économie de la ville et à la destruction de sa cathédrale. En 876 la « vocation religieuse » de Chartres se confirme lors le don du voile de la vierge par le roi de France Charles le Chauve. La ville devient donc un haut lieu de pèlerinage et verra entre autre la reconversion du chef des vikings et la venue de Saint-Bernard lors de la deuxième croisade (1146).

Au X^{ème} siècle, le comté de Chartres connaît son apogée entre autre sous la tutelle du Comte Thibault. C'est à cette époque que sont créées les universités et écoles qui jouissent d'une grande renommée. Le secteur artisanal (foulerie, tannerie, corroierie) par ailleurs, connaît un essor particulier qui génère un nombre important d'emploi.

Mais en 1286, le comté de Chartres devient une possession royale, lors de sa vente par la Comtesse Jeanne au Roi de France Philippe IV le Bel. A cette même période s'amorce la construction de la cathédrale.

Les siècles suivants XIV au XVIII^{ème} siècles seront pour la ville synonymes de fureur et de sang. Outre la guerre de 100 ans, une épidémie de peste en 1348, les guerres de religion et

la révolution contribuent au ralentissement de l'évolution de la ville (disparition de certains corps de métier) et à une importante baisse de sa population.

Durant les XIX^{ème} et XX^{ème} siècles on assiste au développement de la ville vers l'extérieur. Ainsi en témoignent l'aménagement des voies de circulation, l'inauguration de la gare ferroviaire (1849) et en 1909 la création du l'aérodrome. En dépit de ces transformations, la ville reste jusqu'à la seconde guerre mondiale, une cité essentiellement agricole et administrative. Il faudra d'ailleurs attendre la seconde moitié du XIX^{ème} siècle pour que la municipalité envisage le remplacement de l'éclairage de la ville, à huile, par les becs de gaz. Ces installations sont apparues dès les années 1830.

Son secteur industriel se diversifie après la seconde guerre mondiale par la création d'industries spécialisées dans la construction électronique et électrique, la parfumerie et la pharmacie. On assiste également au développement du secteur tertiaire.

Préfecture du département d'Eure et Loir, Chartres est aujourd'hui une ville jouissant d'un patrimoine historique reconnu à l'échelle mondiale.

Les plans de la ville portés à notre connaissance situent l'usine à gaz au sud-est de la ville de Chartres entre deux bras de la rivière Eure. Un parcours de ces plans au cours des âges montrent qu'une seule usine à gaz alimentait Chartres et que celle-ci a toujours occupé le même terrain. Si en 1864, en raison du mécontentement du conseil municipal et des riverains, la ville de Chartres étudie et réalise en partie le projet de construction d'une seconde usine à gaz au sud-est de celle en place, celle-ci ne verra jamais le jour. Le terrain de l'usine se trouve aujourd'hui au 12 du Boulevard Clémenceau.

6.2. Le contexte géologique (voir figure 3)

Les assises géologiques de la région de Chartres diffèrent selon la localisation en fond de vallée (Eure) ou sur les plateaux.

Sous la couverture de limon, essentiellement éolien, qui recouvrent les plateaux sur une épaisseur supérieure à 1 m, on trouve les formations résiduelles à silex qui affleurent sur les coteaux. Au profit d'une cuvette dans les formations résiduelles à silex on trouve des dépôts continentaux datés de l'Yprésien à faciès argileux à gréseux. Sur les bords de l'Eure affleure la puissante formation crayeuse du Sénonien dont la formation à silex constitue la frange supérieure altérée.

Dans la vallée de l'Eure, les alluvions actuelles (limons argileux) recouvrent sur une épaisseur de 1 à 3 m les alluvions grossières constituées de silex émoussés dans une matrice de sable grossiers. Aux environs de Chartres, cette formation peut atteindre une épaisseur d'environ 10 m recouvrant la craie sénonienne. L'extension verticale peut localement être accrue au profit d'une cavité karstique affectant la craie. Les indications portées sur la carte géologique, au Nord du site à l'étude (le long du Bd J. Jaurès), indiquent une épaisseur de 12,5 m pour ces alluvions grossières. A proximité du stade des Bas-Bourg, leur extension verticale n'est plus que de 5m.

C'est dans ces formations, que se développe une nappe alluviale en interaction avec l'Eure et localement avec l'aquifère du Sénonien.

6.3. Le contexte hydrographique

Les précipitations annuelles moyennées de 1985 à 1994 à Champhol sont de $P=533,2$ mm, la température annuelle moyenne $T=10,6^{\circ}\text{C}$, l'évapotranspiration réelle (Et) de 702,3 mm, la pluie efficace (P-Et) montre un déficit de 169,1 mm par an.

Le site de l'ancienne usine à gaz de Chartres est bordé à l'Est par un bras de l'Eure, le Petit Bouillon, et à l'Ouest par le cours principal de l'Eure.

6.4. Le contexte hydrogéologique

Les ressources en eau de la région de Chartres sont situées d'une part dans le niveau de craie, d'autre part, dans les formations tertiaires de l'Eocène et de l'Oligocène à l'Est et au nord-est de Chartres. D'autres ressources existent dans les alluvions de l'Eure et dans les formations antérieures au Crétacé, mais elles ne donnent pas lieu à une exploitation importante. Compte tenu de la localisation du site dans la vallée de l'Eure, entre deux bras de la rivière, c'est à ces dernières ressources que nous nous intéresserons particulièrement.

la nappe de la craie

L'aquifère principal se développe dans la craie sénonienne. L'écoulement est drainé par la vallée de l'Eure et le niveau piézométrique à Chartres se trouve à environ 125 m NGF, soit à quelques mètres sous la surface du sol au droit de l'ancienne usine à gaz.

L'écoulement des eaux souterraines est étroitement lié au degré de fissuration de la craie sous les plateaux et devient de type karstique au niveau des axes de drainage.

L'exploitation de cet aquifère est assez importante dans les environs de Chartres pour l'alimentation en eau potable, l'alimentation en eau de quelques industries et l'irrigation.

la nappe des alluvions de l'Eure

L'alimentation en eau des formations alluviales de l'Eure provient des coteaux et des émergences sous-alluviales de la nappe de la craie. Ces ressources sont assez bien connues puisqu'elles apparaissent dans les gravières exploitées sur les bords de l'Eure, mais leur exploitation est limitée pour des raisons évidentes de qualité médiocre compte tenu de leur faible profondeur.

7. Généralités sur les usines à gaz

(voir *Annexe A*)

8. Données particulières concernant le site de l'usine à gaz de Chartres

8.1. 1847 : La première usine à gaz

En décembre 1846, après approbation par le conseil municipal du projet d'implantation d'un système d'éclairage au gaz, un cahier des charges est rédigé puis transmis à la préfecture puis au ministère de l'intérieur pour approbation. Après acceptation du projet par le ministre (courrier du 19 mai 1847 au Préfet), la ville traite avec Monsieur Charles Lebon et accorde à sa compagnie, la concession de l'éclairage public de Chartres pour 18 années, à compter du 1^{er} septembre 1847. Ce système illuminera d'abord la ville haute pour s'étendre peu à peu à l'ensemble de l'agglomération. Le 27 mai 1847, la construction de l'usine est autorisée par arrêté préfectoral (établissement de classe 2). L'emplacement devant accueillir l'usine ne semble pas être définitivement arrêté mais sera situé hors la Porte Morard.

A la suite de différents qui opposent la municipalité et la société Lebon et Cie, les travaux prennent du retard et en février 1848, la construction n'a toujours pas débuté. En octobre 1848, la Compagnie des Chemins de Fer informe M. Lebon que si sa société n'est pas en mesure d'assurer l'éclairage de la gare en avril 1849, alors elle construira sa propre usine. Il faudra attendre février 1850 pour que les becs de gaz apparaissent dans la cité mais en nombre bien inférieur aux prévisions. La première usine à gaz était construite entre les bureaux actuels et la maison du directeur (voir *plans 1 et 7*). Les deux premiers gazomètres étaient situés sur le terrain occupé par le jardin du directeur.

En 1862, à trois ans de l'expiration du traité d'éclairage, les relations entre la ville et la société se sont dégradées. Il semble que le prix du gaz, considéré comme exorbitant par le conseil municipal, soit à l'origine de ce différent. Cependant, en 1861, une proposition d'aménagement de ces prix, en contrepartie d'une prolongation de ce traité à 50 ans, reste sans effet. M. Lebon évoque alors les exigences de la ville pour des avantages supplémentaires, non explicités.

8.2. 1864 : Projet de création d'une seconde usine

Le 20 janvier 1863, la commission municipale chargée de l'étude sur l'éclairage au gaz examine les possibilités de modifier le traité d'éclairage de la ville. Cette commission envisage en particulier le rachat de l'usine existante ou la construction d'une autre usine et sa mise en fermage.

Dans le cadre de cette étude, une consultation est lancée pour le renouvellement du traité. Il s'agit en particulier de travaux de mises en conformité de l'usine. La commission conclue alors à la nécessité de construire une nouvelle usine plus fiable et de conception nouvelle. Cette dernière sera construite au frais de la ville pour une exploitation en fermage. Cette proposition reçoit un accueil défavorable du ministère de l'intérieur qui estime les propositions de la Société Lebon satisfaisantes.

En janvier 1864, le chiffrage détaillé de la construction projetée est effectué. Le 21 mai 1864, la ville achète un terrain (voir *plan 2*) en vue d'y construire l'usine. Celui-ci est situé rue Saint Barthélémy en bordure du Petit Bouillon. Le 31 mai, la ville traite avec M. Rebut et s'accorde avec lui pour l'exploitation de l'usine. De son côté, M. Lebon intervient auprès du ministre pour faire valoir son attitude. Cette démarche lui donne satisfaction puisque le 24 février 1865, un traité de renouvellement de la concession est signé entre la ville et la Société Lebon et Cie pour une durée de 40 ans.

8.3. La seconde et la troisième usine à gaz

Deux nouveaux traités sont signés en 1904 et en 1934. Ce dernier devant être en vigueur jusqu'en 1984. La société Lebon et Cie restera d'ailleurs concessionnaire du réseau d'éclairage public et de distribution du gaz jusqu'en 1946, date à laquelle l'ensemble des moyens de production de gaz et d'électricité furent nationalisés.

De nouveaux fours furent installés à l'emplacement des bureaux actuels et un gazomètre à l'endroit de celui abritant l'Agence d'Exploitation (voir *plan 3*). Les cuves maçonnées des deux gazomètres datent de 1876. La troisième usine fut construite en 1906 et 1907 (voir *plan 4*) et complétée en 1922 par l'adjonction de nouveaux fours.

De 1934 à 1940, dans le cadre du renouvellement de la concession, de nombreuses modifications sont apportées à l'usine (voir *plan 5*):

- 1935 : Extension du réseau de distribution pour l'alimentation des communes de Lèves, Lucé, Luisant, Mainvilliers.
Construction d'un gazomètre de 8000 m³ sur la rive droite du Petit Bouillon.
- 1936 : Construction d'un nouvel atelier d'épuration chimique.
Etablissement d'un poste de transformation haute tension.
- 1937 : Installation d'un nouveau laveur dégrossisseur de dégroudonnage et de lavage, d'un nouveau laveur à ammoniaque et d'un laveur à naphthaline.
Installation de revivification.
- 1939-1941 : Installation mécanique de cassage, criblage et stockage du coke.
- 1940-1942 : Installation d'un atelier de débenzolage.
Nivellement et empierrement de la cour.
Installation d'un extincteur de coke.
- 1943 : Installation d'un laboratoire d'essais de charbon.

Au cours de la seconde guerre mondiale, la proximité du terrain d'aviation et du site de l'usine à gaz provoquera de nombreux dégâts aux installations. Entre 1943 et 1944 les gazomètres sont plusieurs fois atteints et les toitures de plusieurs bâtiments sont soufflées. De nombreuses canalisations sont détruites en ville et à proximité de l'usine. Ces dégâts provoqueront une réduction de la production de l'usine sans toutefois l'arrêter (voir *plan 6 et 7*). En 1946 la production de l'usine (3 800 567 m³) dépassera celle de 1939 (3 101 600 m³).

8.4. Le craquage d'essence et le gaz naturel

Les nouvelles techniques de manufacture du gaz vont peu à peu remplacer la distillation du charbon. Jusqu'en 1963, date d'extinction de l'usine, la production du gaz de houille cohabitera avec des installations pilotes de craquage catalytique d'essence. Ces installations se trouvaient sur la rive droite du Petit Bouillon. En 1963, un premier atelier de craquage (P2) sera arrêté et remplacé par un second atelier (P9 : voir plan 9). L'alimentation en essence légère était assurée par 2 wagons amenés depuis la gare. Ces installations fonctionneront jusqu'en 1976, date d'arrivée du gaz naturel à Chartres.

8.5. L'aménagement du site

8.5.1. Rive gauche du petit bouillon

Depuis l'extinction de l'usine en 1962, les anciennes installations de production et les bâtiments ont été démantelés. Le site abrite aujourd'hui, au Sud, un poste de détente de gaz et trois bâtiments sur l'ensemble du terrain :

- situé au Nord du site, il est occupé par l'Agence d'Exploitation de Chartres et les Groupes de Travaux. Il recouvre la zone occupée par une partie de la salle des fours, les laveurs, les réfrigérants, la cuve à goudron et le magasin. Ce bâtiment possède une partie en sous-sol dont la construction a nécessité la démolition des installations souterraines (cuves) et l'excavation des remblais superficiels sur une épaisseur de 2m à 3m environ.
- situé à l'Ouest du site sur la zone des anciens bureaux et de la forge, ce bâtiment accueille le Plateau Clientèle et l'Etat Major du S.Q.P. Il comporte également un sous-sol ayant nécessité l'excavation de remblais.
- situé au Sud du site, sur le terrain occupé par les premières installations puis la maison du directeur, ce bâtiment abrite les véhicules de l'Agence d'Exploitation et un atelier.

8.5.1.1. La zone des gazomètres de 2100 et 3000 m³

Les margelles hors sol des gazomètres de 2100 et 3000 m³ ont été démantelés et les liquides de fond de cuve ont été pompés et évacués vers une usine de traitement. Les parties enterrées ont été remblayées avec des matériaux de démolition puis la zone a été aménagée en parking.

Les récentes fouilles archéologiques initiées par EDF-GDF et menées par la Maison de l'Archéologie de Chartres ont mis à jour une partie des substructions du gazomètre de 3000m³. Celles-ci et celles du gazomètre de 2100 m³ sont maçonnées en pierre de Berchères.

8.5.1.2. La zone des fours

Le bâtiment des fours démantelés en 1963 comportait une partie en sous-sol qui fut remblayée par les matériaux du démantèlement. De 1964 à 1988, cette zone accueillait un magasin sans aménagement du sous-sol. Depuis, elle est utilisée comme parking.

Une tranchée de fouille archéologique réalisée sur cette zone jusqu'à une profondeur d'environ 4 m n'a pas mis à jour le puisard à goudron indiqué sur le plan de 1944. Ces excavations n'ont pas relevé la présence de résidus de distillation du charbon. Si des résidus noirâtres furent identifiés vers 4 m, ceux-ci n'ont semble-t-il pas la consistance, ni l'odeur caractéristique du goudron de houille.

8.5.1.3. La zone des installations de gaz à l'eau

Dans les années 1950, un atelier de gaz à l'eau est construit au Sud du site, en bordure du Petit Bouillon (voir *plans 8 et 9*). Le bâtiment était construit sur pieux. Entre le bâtiment et la rivière se trouvent une cuve (3x5 m) remblayée avec du poussier de coke. Ce secteur est utilisé comme parking.

8.5.1.4. La zone du casse coke

La construction était hors sol s'appuyant sur des pieux en béton. Le secteur est également aménagé en parking.

8.5.2. Rive droite du Petit Bouillon

Le terrain situé sur la rive droite du Petit Bouillon où se trouvaient les épurateurs, le hangar à charbon, l'atelier de débenzolage, le gazomètre de 8000 m³, puis plus tard l'atelier de craquage a été vendu pour l'aménagement de logements collectifs et d'espace paysagés. Selon les services de EDF-GDF, aucune trace de pollution n'a été détectée lors des travaux de terrassement.

9. Définition du cadre des investigations sur le site

9.1. Les objectifs

Les recherches et les investigations qui doivent être menées sur le terrain ont plusieurs objectifs:

- localiser et dimensionner les foyers de pollution tant au niveau des sols que des eaux souterraines en confirmation et en complément des investigations passées,
- définir la nature et quantifier les risques vis à vis de l'environnement et de l'homme,
- établir des recommandations sur l'utilisation ultérieure des terrains,
- proposer des actions éventuelles de réhabilitation.

L'ensemble de ces données doit permettre de garantir au mieux la mise en sécurité du site.

9.2. La méthodologie

- localisation des infrastructures souterraines

Pour des sites très étendus et dans la mesure où les plans disponibles ne donnent que peu d'informations, il peut être intéressant de mener une campagne de prospection géophysique permettant de déceler et de parfaitement localiser certaines parties de l'usine non visibles mais que l'on soupçonne d'exister. La technique la mieux éprouvée dans ce domaine est la technique du géoradar. L'interprétation des radargrammes étant très délicate, les conclusions tirées de ces campagnes de prospection doivent être confirmées par recoupement avec d'autres types d'informations ou encore par des investigations menées directement sur le terrain.

- sondages de reconnaissance des sols

Ces sondages ont pour objectif de déterminer à partir d'un certain nombre de prélèvements de sols les zones potentiellement polluées.

Sur le site de Chartres, la nature géologique des terrains et l'occupation des sols autorisent l'emploi d'une sondeuse manuelle à percussion permettant de prélever des échantillons de sols non remaniés jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 7 mètres. Ce matériel léger et peu encombrant peut être facilement mis en oeuvre dans des endroits inaccessibles aux engins de forage traditionnels.

La localisation des points de sondage est naturellement définie en fonction des données de l'étude documentaire.

Lors de la réalisation des sondages, des prélèvements de sols seront faits systématiquement tous les mètres, le nombre et la nature des analyses qui seront ensuite effectuées dépendra du lieu d'implantation des sondages et de la typologie des profils obtenus (coupe géologique et organoleptique). Les paramètres retenus à priori regroupent les éléments suivants : Hydrocarbures totaux, HAP - BTX - Ammonium - Cyanures totaux - métaux lourds (Pb, Cd, Cr, Ni, Hg et As).

- prélèvement et analyse d'eau

Les trois piézomètres en place donneront lieu à un échantillonnage de l'eau de la nappe phréatique après développement du piézomètre.

Les analyses physico-chimiques de ces échantillons porteront sur les éléments retenus pour l'analyse des échantillons de terrain, traceurs des activités passées.

Dans certains cas, bien que les informations obtenues soient nombreuses et pertinentes, il est parfois nécessaire de procéder à des investigations complémentaires pour préciser tel ou tel point particulier, définir un plan d'action pour réhabiliter une zone contaminée, dimensionner un panache de pollution, etc ...

10. Conclusions

L'usine à gaz de Chartres a fonctionné dès 1850. Le remplacement progressif du gaz manufacturé par l'essence craquée (1950 à 1976) puis le gaz naturel (à partir de 1976) a provoqué, en 1963, l'extinction des fours et le démantèlement des installations de production et de traitement du gaz de houille. A notre connaissance, les installations furent remodelées à trois reprises au cours de plus d'un siècle d'exploitation. Au plus fort de son activité l'usine s'étendait sur 15000 m², du Boulevard Clémenceau, sur la rive gauche du Petit Bouillon, au Faubourg Guillaume et à la rue d'Ablis, sur la rive droite du Petit Bouillon.

Les sous-produits associés à la manufactures du gaz étaient soit éliminés directement dans le Petit Bouillon (eaux ammoniacales, provoquant le mécontentement des propriétaires de puits sur les terrains voisins de l'usine), soit stockés temporairement sur le site et évacués (goudron, benzol, masses épurantes usées). Les installations de craquage généraient également, à l'occasion de dysfonctionnement, un mélange d'essence et d'eau qui était également rejeté directement au Petit Bouillon.

Les divers aménagements effectués sur le site, celui vendu pour la construction de logement collectifs et celui toujours en possession de EDF-GDF, n'ont pas, selon les dires des différents interlocuteurs, identifié de résidus en sous-sol. Par ailleurs, les recherches archéologiques en cours sur le site ont permis la réalisation de fouilles en divers endroits du site jusqu'à une profondeur de 4 m. Ces excavations n'ont pas identifié d'accumulations de sous produits de la manufacture du gaz. Seule la fouille située sur la bordure Ouest de l'emplacement des derniers fours a noté la présence de résidus noirâtres à une profondeur d'environ 4m. Il n'est toutefois pas possible, compte tenu des caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, texture) qui nous furent fournies, d'identifier ce niveau comme une accumulation de goudron.

Ainsi les investigations s'attacheront-elles à la proximité des anciennes installations de distillation du charbon, de gaz à l'eau, de traitement et de stockage des sous-produits. Elles permettront également d'évaluer l'impact de l'exploitation du site et d'éventuelles accumulations de sous produits.

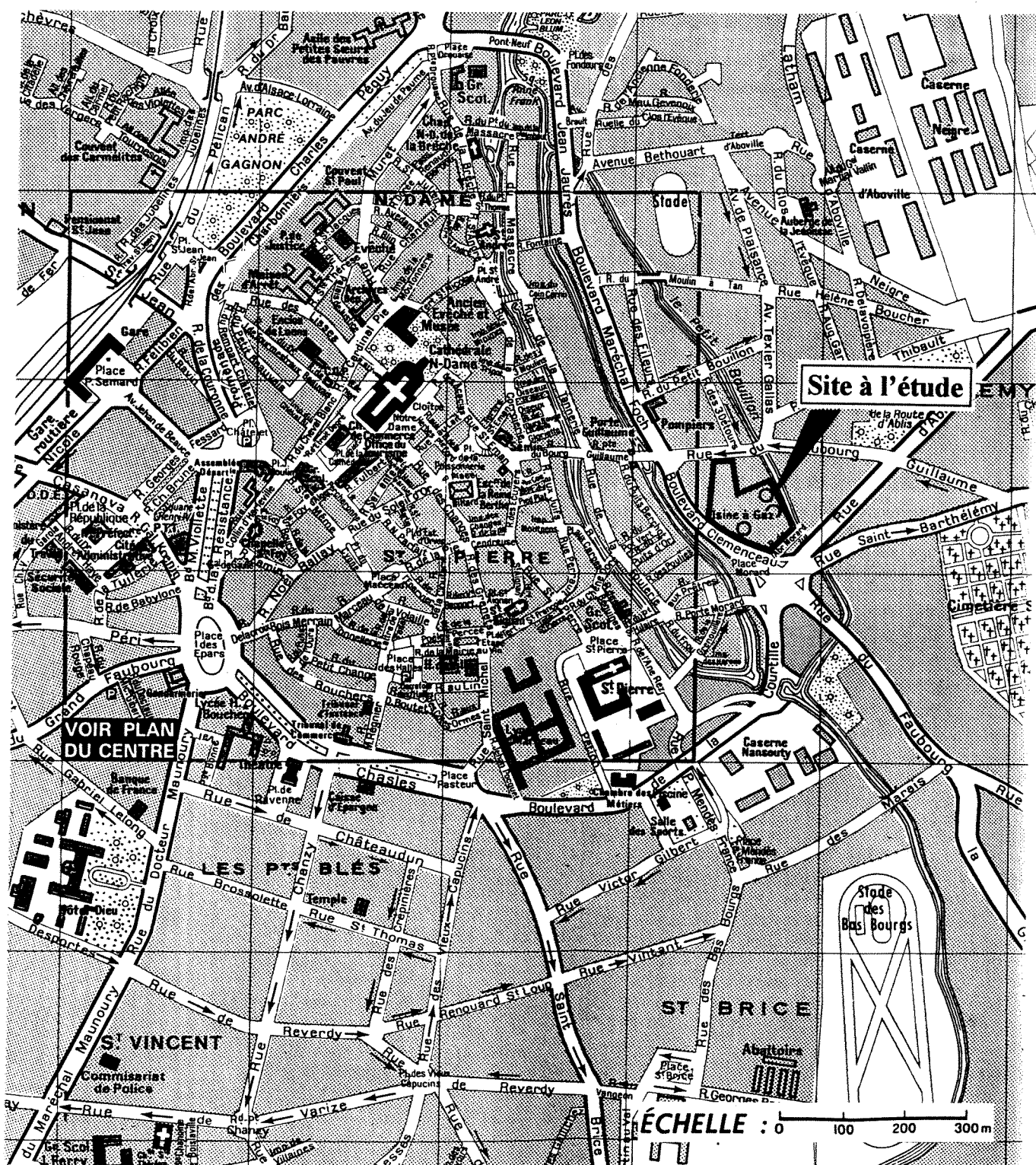


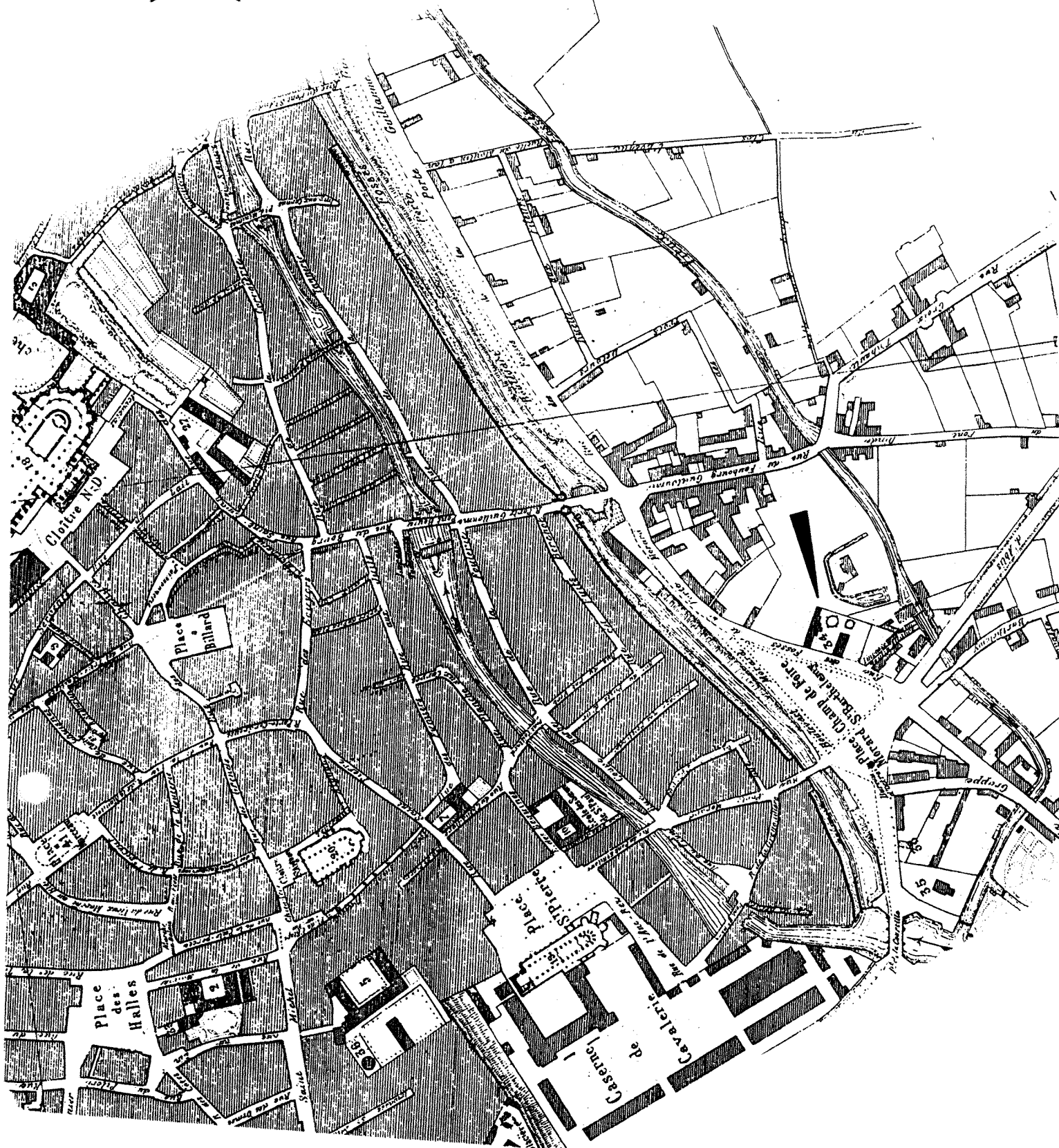
Figure 1 : Extrait du plan de Chartres et localisation du site à l'étude.



Figure 2 : Extrait au 1/1000 du plan cadastral du site à l'étude.

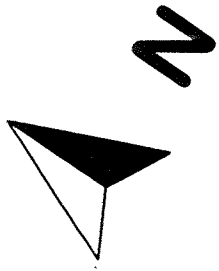
<u>Légende</u>		
X	:	Remblais
Fz	:	Alluvions actuelles et subactuelles
Fy	:	Alluvions anciennes
LP	:	Limons des plateaux
RS	:	Formations à silex
C₆₋₄	:	craie blanche à silex du Sénonien
e₃	:	argile - (L) grès

Figure 3: Extrait de la carte géologique n° 255 de Chartres au 1/50000



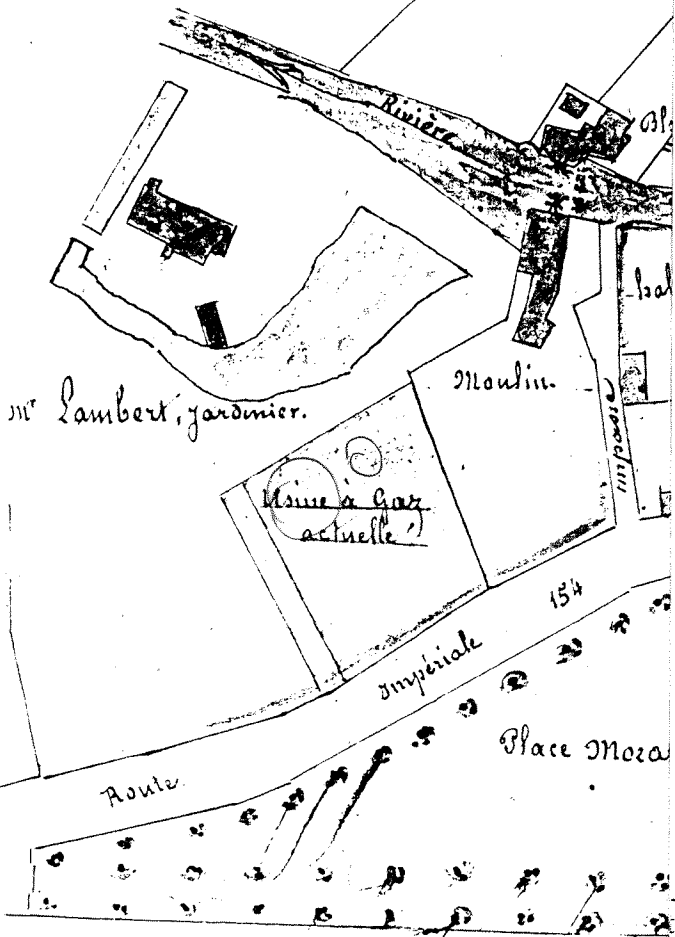
Plan 1 : Extrait du plan de la ville de Chartres de 1863

Ville de Chartres.



la propriété du S^r Faussard.
de M^r Boudetemy. n^o 3. Section F, n^os 129, 130, 131.
est, marquée de la lettre A.
devant être acquise par la Ville
pour l'usage d'une usine à gaz.

la propriété comprenant Bâtimens, Cours,
et terrain sèche-est de 41 ares 41 c. area



Extrait du plan de la ville de Chartres de 1864



projeté par l'architecte Soussigné.
le 21 mai 1864.

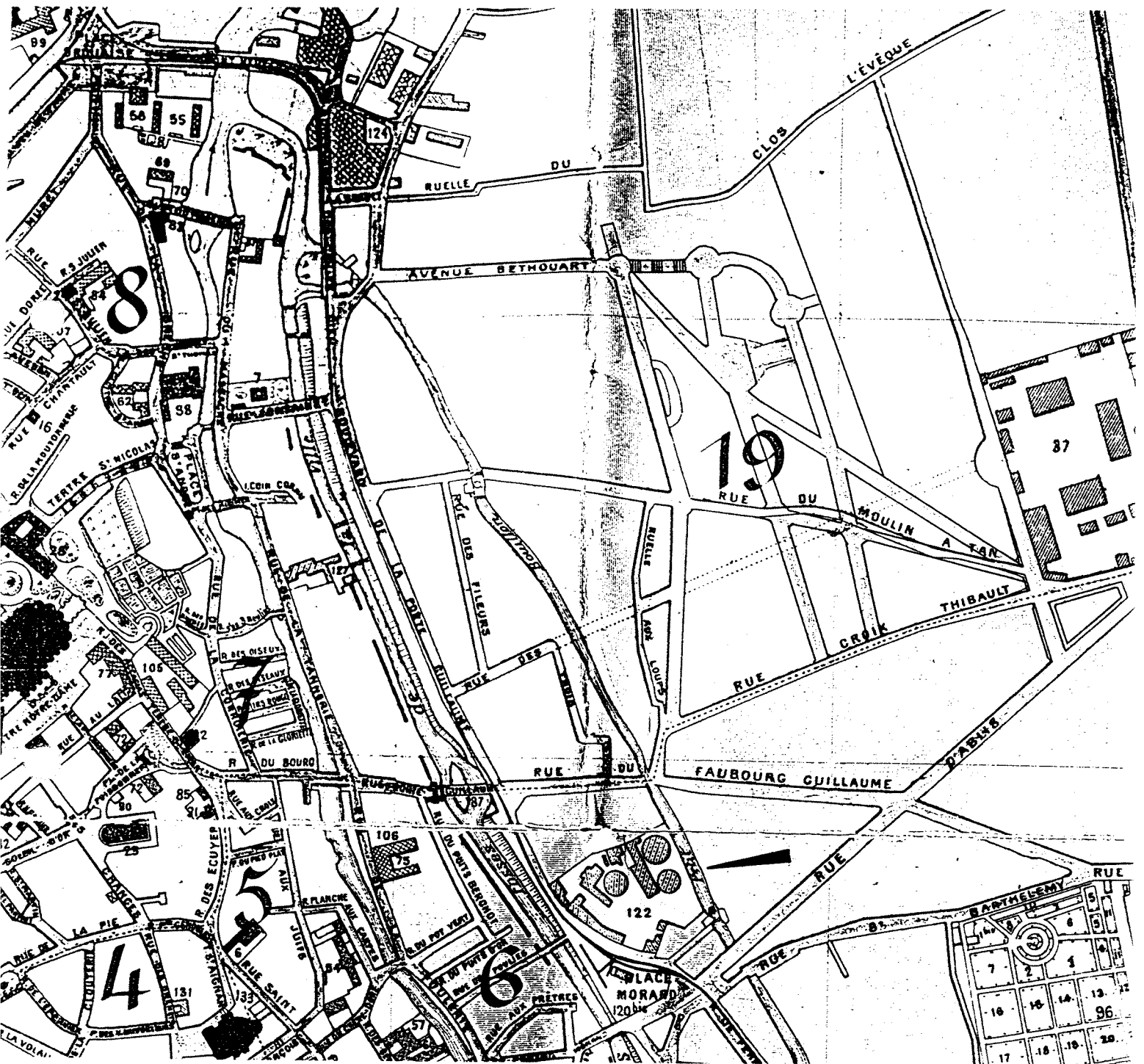
[Signature]

50 60 70 80 90 100 mètres

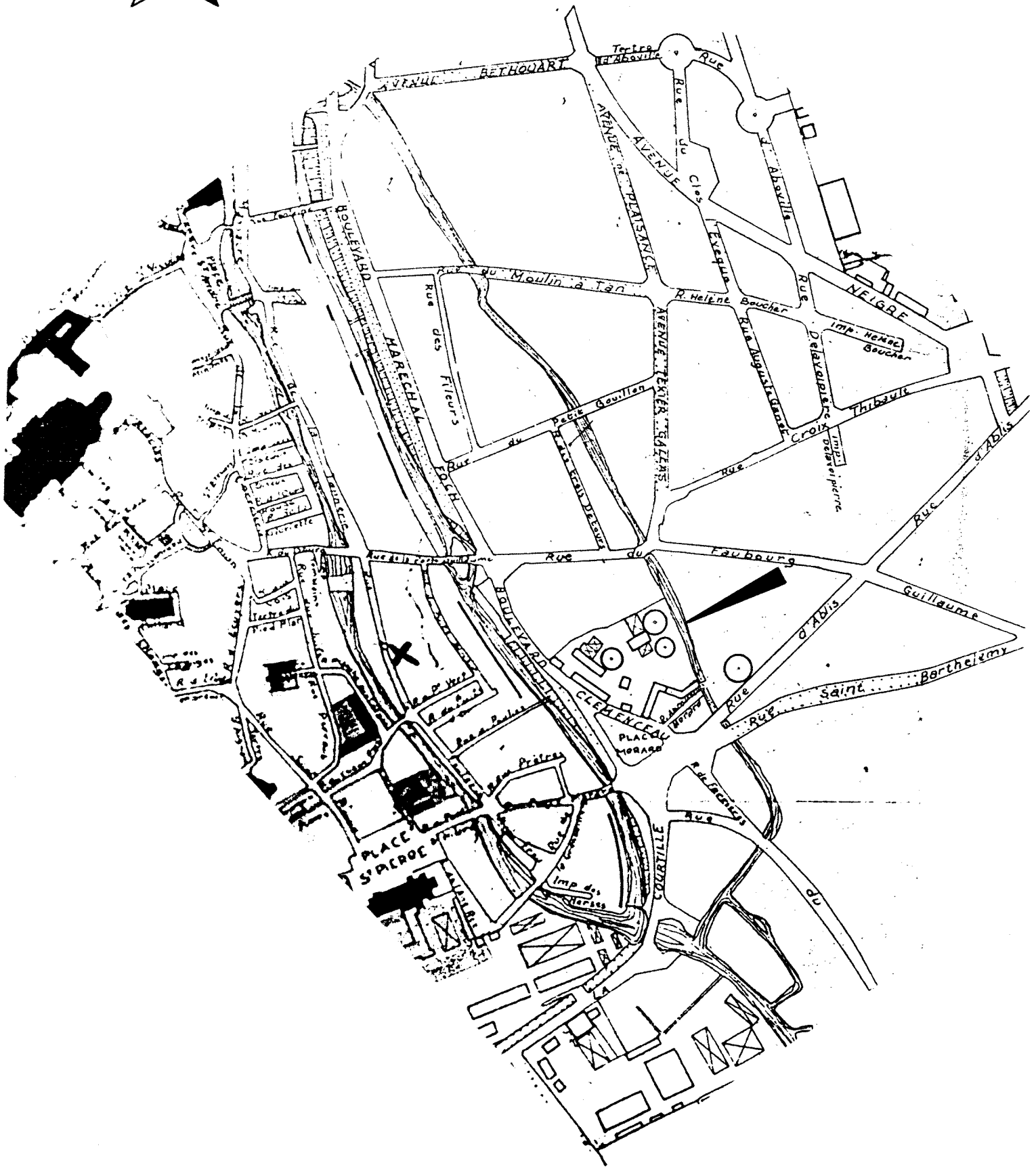


Plan 3 : Extrait du plan de la ville de Chartres de 1878

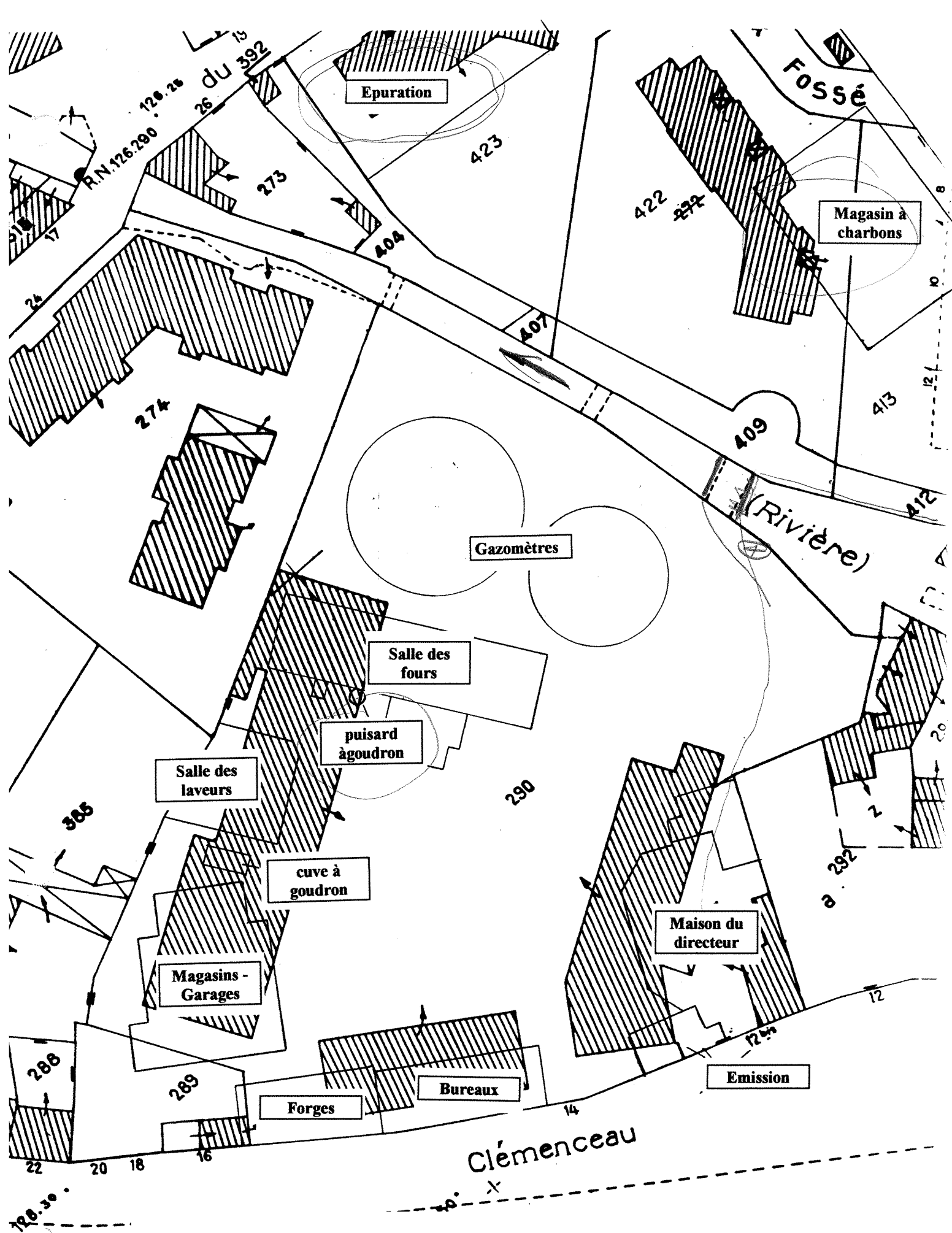




Plan 4 : Extrait du plan de la ville de Chartres de 1911



Plan 5 : Extrait du plan de la ville de Chartres de 1937



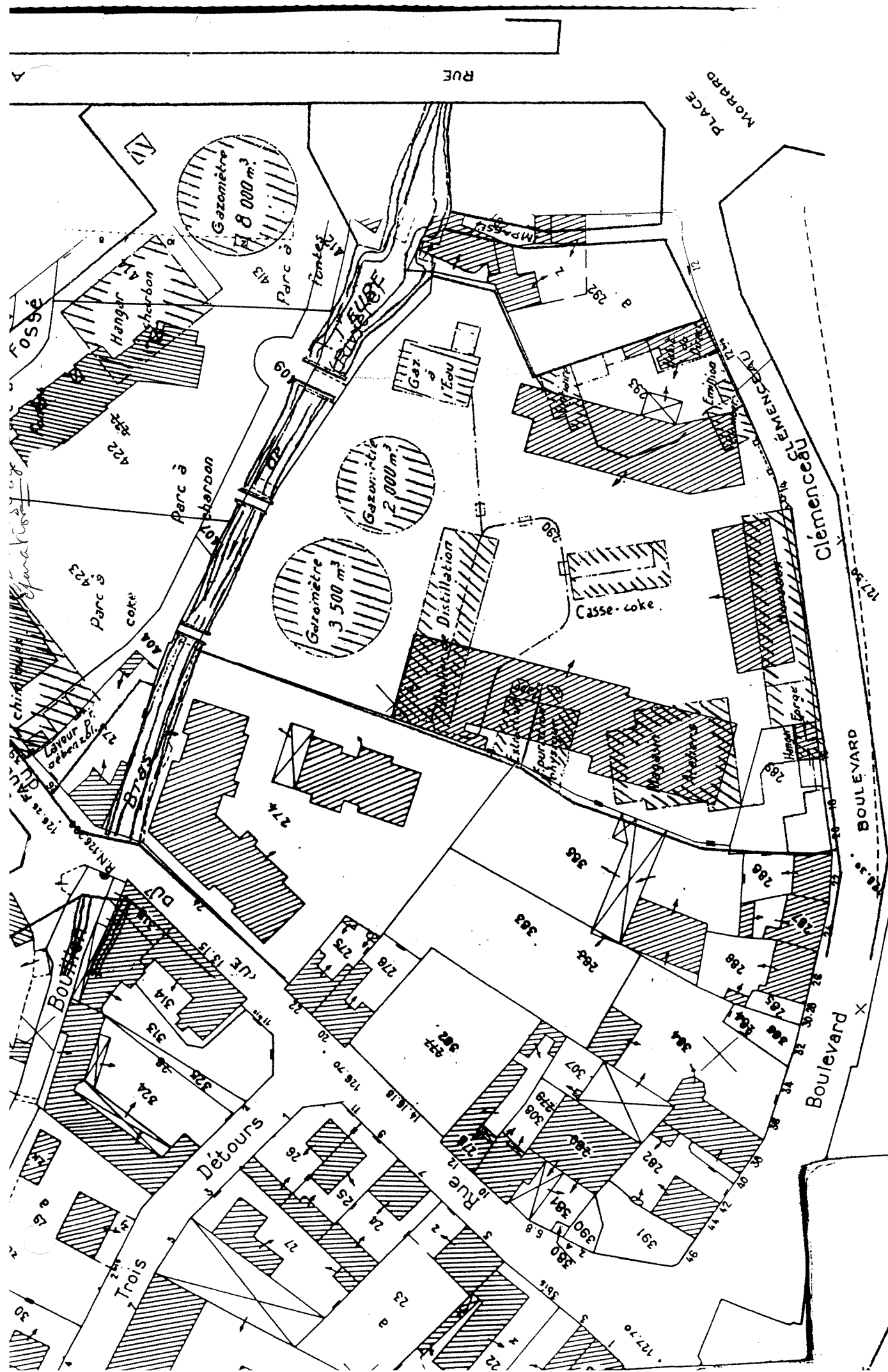
Plan 6 : Extrait du plan de Chartres et report partiel des installations de 1944.

ECH : 0 10 m

Plan

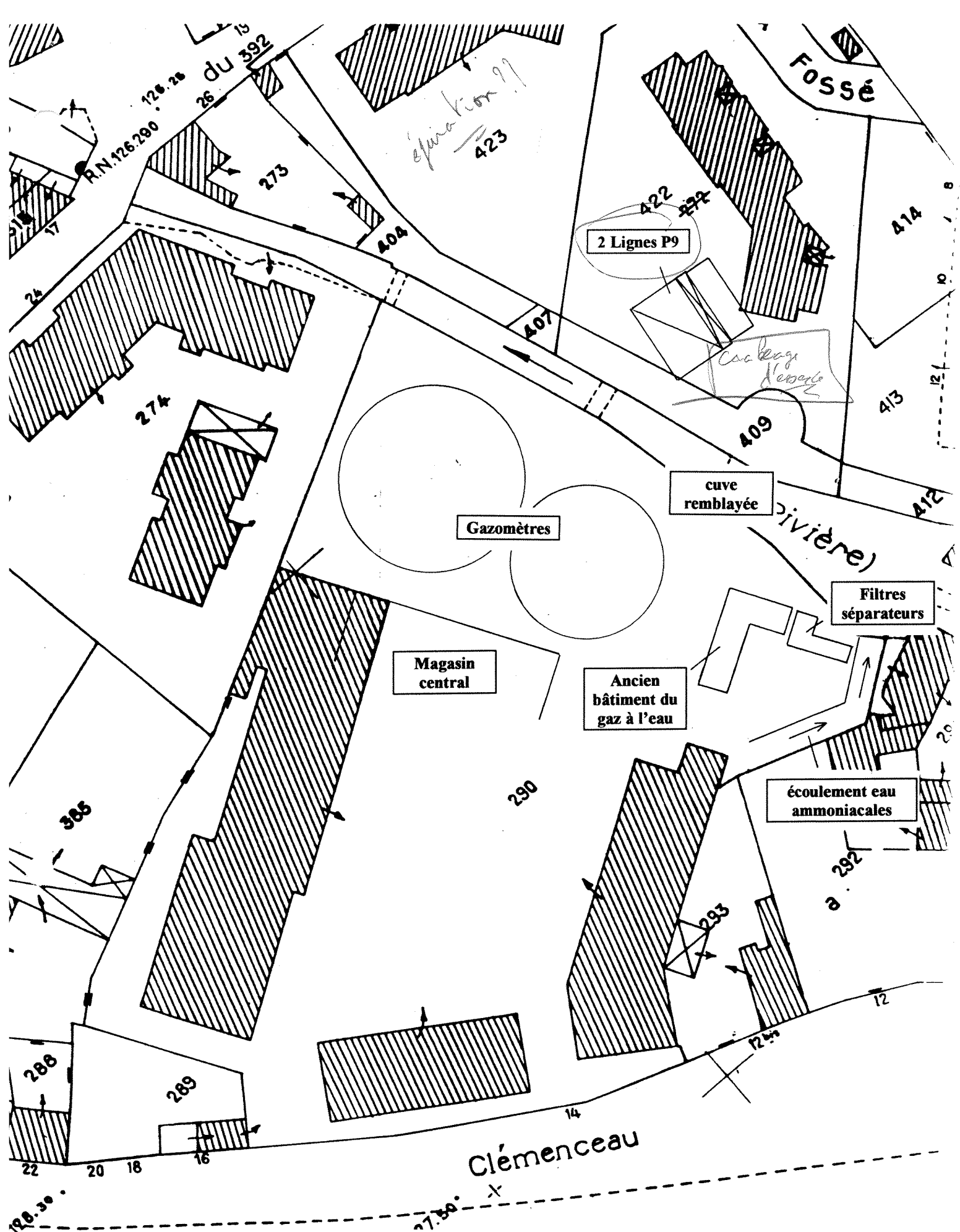


Plan 7 : Plan de l'usine en 1947 et recollement de celle de 1850



Plan 8 : Plan de l'usine en 1950 et recellement avec l'extrait du cadastre

USINE A GAZ DE CHARTRES
E.G.F. N° 4
Echelle: 1/1000 - le 16.2.50.



Plan 9 : Extrait du plan de Chartres et report partiel des installations de 1968.

0 10 m
ECH : 

Pla

Annexe A

Généralités sur les usines à gaz

Généralités sur les usines à gaz

Historique

Evolution commerciale

Les premiers balbutiements de l'industrie du Gaz en France se situent à la fin du XVIIIème siècle, époque où certains esprits inventifs découvrirent les possibilités offertes par la carbonisation en vase clos de certaines substances. Les uns cherchaient à produire du goudron pour les chantiers navals, d'autres des gaz légers pour l'aérostation. Les premières réalisations pratiques importantes de production de gaz remontent en France à 1816, année où l'on note l'éclairage au gaz du Passage du Panorama, du Luxembourg et du pourtour de l'Opéra à Paris.

Le premier débouché a été l'éclairage des particuliers et des voies publiques. La qualité du gaz était à l'origine définie par son pouvoir éclairant; c'était l'époque du bec papillon, remplacé par le tube à incandescence en 1892, puis par le bec d'éclairage public alimenté en gaz surpressé, réalisé pour la première fois à Paris à l'occasion de l'exposition universelle. La force motrice fut également au début de la naissance de la grande industrie une ressource considérable pour les gaziers.

Ces débouchés initiaux ont progressivement disparu au profit de l'électricité. Il a donc fallu à partir de 1900 s'élancer à la conquête de nouvelles utilisations. Les gaziers se sont ainsi tournés vers les usages domestiques (cuisines, chauffage, production d'eau chaude) auxquels se sont rapidement ajoutés les utilisations industrielles et commerciales les plus variées.

Evolution technique

La substitution de débouchés a conduit à remplacer la notion initiale de pouvoir éclairant par celle de pouvoir calorifique, cet aspect nouveau a progressivement conditionné la transformation des techniques de production. Les cahiers des charges de concessions établis au lendemain de la guerre 14-18 ont consacré cette évolution en imposant un pouvoir calorifique de 4500 calories par m³.

Aux ateliers de distillation, généralement à cornues horizontales produisant du gaz riche à 4800 ou 5200 calories, se substituent des installations susceptibles de fournir à partir de la houille le volume maximum de gaz à 4500 calories. Il fallut mélanger au gaz riche un gaz d'appoint donnant un gaz moyen à 4500 calories. Les gaz d'appoint furent selon les cas, le gaz de gazogène, le gaz à l'eau bleue ou le gaz à l'eau carburée.

A la veille de la seconde guerre mondiale, l'équipement des usines à gaz françaises pouvait se schématiser comme suit, selon l'importance et la capacité de production (cf. Fig. 4):

- les petites usines à gaz étaient encore équipées de fours à cornues horizontales, produisant du gaz riche dilué par un appoint de gaz de gazogène ou de gaz à l'eau produit en fin de distillation par injection de vapeur surchauffée dans les cornues,
- les usines moyennes étaient munies principalement de fours à chambres verticales discontinues avec production de gaz à l'eau par steaming in situ,
- les usines importantes étaient dotées de fours à chambres de grandes capacités ou de fours à coke et d'ateliers de gaz à l'eau carburée.

Structures de l'industrie du gaz

Jusque dans les années 30, le service du gaz était dans chaque ville confié à une compagnie privée. La concurrence que s'était livrée les diverses compagnies pour la reprise de concessions expirées où l'obtention de concessions nouvelles, avait en général, mis entre des mains différentes des exploitations voisines, alors qu'il aurait été possible voire souhaitable de n'avoir qu'une usine productrice importante alimentant les agglomérations voisines.

Le caractère municipal dû à l'aspect administratif a nui en France à l'accession du gaz au stade de la grande industrie. Les concentrations industrielles ont été rares et limitées au Nord de la France et à la région parisienne.

Sur la période 1900-1914 on recensait d'après Pierre Mougin 843 usines. Au sortir de la guerre en 1946 survint la loi de nationalisation qui rassemble en un seul établissement les 546 exploitations existantes, réparties entre 200 compagnies concessionnaires différentes. Les 290 plus petites usines représentaient moins de 4% de la production totale de gaz, ce qui montre le nombre important d'usines restées au stade de l'artisanat.

La concentration de la production en un petit nombre de grandes usines mécanisées d'où partaient d'importants feeders de transports de gaz s'est faite parallèlement au développement du gaz naturel. L'utilisation du gaz naturel et des excédents de gaz des cokeries minières et métallurgiques ont finalement supplanté l'utilisation du gaz manufacturé, la dernière usine à gaz, celle de Belfort, ayant fermée en 1971.

Le procédé de fabrication du gaz

La fabrication à partir du charbon est montrée sur les figures 5 et 5bis. Le procédé de fabrication du gaz à partir de la houille était un procédé relativement complexe, comme le montre la figure 5, nécessitant un nombre important d'opérations élémentaires.

La distillation

Dans les anciennes usines à gaz de petite dimension, produisant moins de 5000 m³ de gaz par jour, la distillation était réalisée généralement dans les cornues horizontales (cf. Fig. 6). La forme des

cornues, en terre réfractaire, varie avec chaque usine et la durée des charges s'échelonne entre quatorze et douze heures.

La matière première utilisée dans les fours était la houille provenant des différents bassins houillers français. Le bilan moyen du processus de distillation donnait en moyenne le résultat suivant:

1 t de charbon

=>

à 30 % de matières volatiles

710 Kg de coke
170 Kg de gaz (340 Nm ³) dont 60 % H ₂ et 25% CH ₄
50 Kg de goudron
12 Kg de benzol (BTX)
3 Kg d'ammoniaque NH ₃
3,5 Kg d'hydrogène sulfuré H ₂ S
51,5 Kg d'eau

Le chauffage

Le mode de chauffage des fours a fortement évolué au fil des ans. En 1914, presque toutes les usines chauffent encore le four en brûlant le combustible, houille-coke-goudron, dans le four même. Avec ce système, les foyers se détériorent assez rapidement et de nombreuses interventions sont nécessaires pour maintenir les fours en état.

L'emploi du combustible gazeux pour chauffer les fours s'est ensuite répandu sous l'impulsion notamment des usines métallurgiques. Les fours sont généralement chauffés à une température de 1100 °C par des brûleurs alimentés en gaz pauvre. Ce gaz pauvre est lui-même produit dans des gazogènes spéciaux de la façon suivante: dans un cylindre vertical, un puissant courant d'air est soufflé sur du coke incandescent et les produits gazeux de cette combustion sont envoyés vers les fours de distillation pour leur mise en température.

Le Barillet

Le gaz sort des fours à une température élevée, de l'ordre de 600°, une pulvérisation d'eau ammoniacale dans le barillet fait baisser la température à 90°, ce qui permet de condenser une partie des goudrons et de l'eau, et diminue le volume de gaz à refroidir.

Les condenseurs primaires

Leur rôle est de refroidir indirectement le gaz afin d'éliminer une partie de l'eau, de l'ammoniaque, du goudron et de la naphtaline. L'obtention d'un refroidissement maximum dans les condenseurs primaires (entre 20° et 30°) est essentielle pour les raisons suivantes:

- réduire le volume de gaz à extraire, faciliter ainsi le travail des extracteurs de gaz,
- améliorer le rendement des appareils de traitement situés plus en aval.

Le refroidissement est assuré par la circulation du gaz dans les tubulures verticales ou hélicoïdales arrosées d'eau collectée dans un bassin de réfrigération.

La salle des machines

On y trouve les extracteurs qui servent à assurer la circulation du gaz, leur rôle est donc:

- d'aspirer le gaz des fours à travers les condenseurs primaires et de le refouler jusqu'au gazomètre à travers les diverses installations des sous-produits,
- de maîtriser dans les barillets une légère surpression et d'assurer une pression de refoulement suffisante pour vaincre les pertes de charge du circuit,
- de dégoudronner le gaz; par suite de grande vitesse de rotation, les extracteurs éliminent du gaz une importante quantité de goudron.

Le lavage du gaz

Il regroupe un certain nombre d'appareils parfois situés dans la salle des machines ou d'ateliers destinés à extraire du gaz une partie des principaux constituants indésirables;

- le lavage NH_3

cette opération consiste à retirer l'ammoniaque du gaz par pulvérisation d'eau de lavage pouvant contenir une solution faible d'acide sulfurique. Le gaz est ensuite refroidi par contact direct dans les saturateurs.

- le lavage hydrocarbures

le gaz après condensation finale contient encore des hydrocarbures aromatiques. Le but du lavage du gaz est ici d'éliminer une composante du gaz en le retenant par affinité par mise en contact avec de l'huile lourde. Cette mise en contact s'effectue dans un laveur, huile et gaz circulent à contre-courant, l'huile récupérée est refoulée vers l'installation, si elle existe, de débenzolage et de dénaphtalinage.

Les épurateurs

L'épuration du gaz était par le passé réalisée principalement dans les épurateurs. Le principe consistait à mettre en contact le gaz avec une matrice particulière appelée "masse épurante" qui par réaction chimique fixait les cyanures et les sulfures présents dans le gaz. Le mélange le plus couramment utilisé était le mélange Laming dont la composition moyenne était la suivante:

Sulfate de Fer ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	400 Kg
Chaux éteinte (CaO , H_2O)	110 Kg

d'autres utilisaient soit des oxydes de fer purs, qui pouvaient être périodiquement revivifiés par oxydation, soit uniquement de la chaux.

Stockage du gaz

Le gaz une fois épuré est envoyé dans des gazomètres permettant le stockage de quantités plus ou moins importantes de gaz. Ils sont constitués d'une partie basse contenant de l'eau ou citerne construite généralement en béton et parfois enterrée et d'une partie haute composée de un à trois éléments coulissants assurant ainsi un volume variable.

Les tuyaux d'arrivée et de départ du gaz montent dans toute la hauteur de la citerne et se terminent au-dessus du niveau de l'eau. Les citernes sont parfois équipées de trop plein.

La citerne à goudron et à eau ammoniacale

Le goudron qui s'est déposé dans les différents appareils de condensation se rend, avec l'eau ammoniacale, par une canalisation distincte de celle du gaz, dans ces fosses ou citernes qui sont construites en maçonnerie ou en béton.

Autrefois, les citernes recevaient généralement toutes les condensations à la fois, eaux ammoniacales et goudrons. Les deux liquides se séparaient d'eux-mêmes, par suite de la différence de densité (qui est d'un rapport de 1 à 1,2), le goudron plus lourd tombant au fond. Pour séparer et récupérer les produits, eaux ammoniacales et goudrons, les fosses étaient généralement séparées en trois parties:

- un compartiment de réception des condensats bruts
- un compartiment de récupération des goudrons par siphonage
- un compartiment de récupération des eaux ammoniacales par débordement.

Le goudron réchauffé par des tubulures immergées était récupéré par pompage pour valorisation externe, notamment la distillation qui était réalisée dans les unités spécialisées réparties sur l'ensemble du territoire (cf. Fig. 7). Les eaux ammoniacales étaient la plupart du temps rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable.

Les pollutions spécifiques des usines à gaz

Origines des polluants

Les polluants générés par le processus de gazéification sont très différents d'un atelier à un autre. Le tableau ci-dessous recense les principaux résidus produits sur le site et susceptibles de générer une pollution.

site	type d'activité	résidus
1. dépôt de charbon et de coke	stockage et préparation de la charge	fines de charbon
tour à charbon	- séparation et stockage du coke - distillation du charbon	coke
2. fours	- chauffage des fours - extinction du coke	eau de refroidissement
chaufferie		- eau ammoniacale - fines de charbon - coke - mâchefer - cendres et suies
3. salle des machines avec unité de traitement	refroidissement et lavage du gaz - refroidissement avec eau ammoniacale, condensats récupérés dans une fosse à goudrons - séparation mécanique ou électrostatique du goudron acheminé vers la fosse - élimination de l'ammoniaque par lavage, les eaux sont entraînées vers la fosse - élimination de la naphtaline par un laveur à naphta (jusqu'en 1950) - récupération du benzène (BTX) revalorisé dans l'industrie chimique, ou élimination par adsorption sur charbon actif après épuration (élimination de H₂S)	- condensats - goudrons - eau ammoniacale - résidus de lavage (par ex. huile)
4. élimination des sulfures et des cyanures	- lavage à sec du gaz par filtration sur un lit ou masse épurante contenant des oxydes de fer III - régénération de la masse épurante par oxydation (revivification)	masse épurante saturée
5. unité de récupération des condensats (fosse)	- séparation des condensats entre l'eau ammoniacale et les goudrons - stockage et récupération des produits	- condensats liquides - eau ammoniacale - goudrons
6. gazomètre	stockage du gaz	- eau de garde - huile d'isolement
7. ateliers divers	- distillation du goudron - traitement des eaux ammoniacales - récupération du benzène (BTX)	résidus divers

site	type d'activité	résidus
8. conduites enterrées	transport de fluides	- condensats - eaux ammoniacales - goudrons - solutions de lavage
9. zone de manutention	chargement et déchargement de résidus et produits	- masse épurante - produits d'addition
10. zone de dépôt	mise en dépôt temporaire de déchets et produits	- goudrons - masse épurante
11. zone d'infiltration	déversement de résidus liquides	- eaux ammoniacales - eaux d'extinction

Les principaux résidus issus de la distillation du charbon dans les usines à gaz sont:

- les goudrons
- les eaux ammoniacales
- les masses épurantes saturées

Nature et toxicité des polluants spécifiques

En se basant sur la composition moyenne de ces sous-produits présentés dans le tableau IV, il est possible de dresser la liste des principaux éléments écotoxiques susceptibles d'être émis dans le milieu environnant; air ambiant, sol, eaux souterraines et de surface. On retrouve ainsi:

- les hydrocarbures

Les molécules organiques du charbon se décomposent en donnant des produits volatils plus simples parmi lesquels on trouve tous les types d'hydrocarbures; paraffiniques, oléfiniques, naphéniques, aromatiques.

Parmi ces derniers, dont la base est le benzène, on trouve principalement le phénol et ses homologues supérieurs, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). La plupart de ces éléments sont volatils et se retrouvent de façon notable dans les eaux résiduelles.

Sur le plan de la toxicité, il faut noter que certains de ces éléments sont réputés dangereux de par leurs effets cancérogènes et tératogènes. Il s'agit notamment du Benzène et des HAP tel que le Benzo(a)pyrène.

- les composés azotés

Au cours de la carbonisation, une partie de l'azote des charbons, dont la teneur est de 1 à 2%, se dégage sous forme d'ammoniaque NH_3 (10 à 20 %), une autre sous forme d'acide cyanidrique HCN (2 à 4%), une autre sous forme d'azote élémentaire. La majeure partie restera cependant combinée au coke (50 à 60%). L'ammoniaque NH_3 peut rester libre ou se combiner sous

forme de sels fixes (NH_4Cl), une fraction ira dans les eaux ammoniacales, une autre restera dans le gaz. Une partie des cyanures sera retenue par la masse épurante principalement sous forme de Bleu de Prusse $\text{Fe}_4(\text{FeCN}_6)_3$, de ferrocyanures et de sulfocyanures.

L'ammoniaque libre est beaucoup plus toxique que l'ammoniaque combinée. La limite de toxicité pour les poissons se situe selon les espèces entre 0,5 et 5 mg/l pour l'ammoniaque libre, alors que la limite est de 400 mg/l pour le chlorure d'ammonium. L'ammoniaque stimule par ailleurs la croissance des algues et est responsable du phénomène d'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

Les cyanures libres sont très toxiques; une concentration de 1 mg/l entraîne la mort de la plupart des poissons en quelques heures. Cependant, les cyanures se transforment rapidement en cyanates beaucoup moins toxiques (seuil limite de l'ordre de 75 mg/l) lorsque les conditions d'oxygénation sont bonnes.

- les composés soufrés

Le soufre du charbon se répartit de façon suivante dans les produits de la carbonisation:

- à 60% dans le coke,
- à 30% dans le gaz sous forme de H_2S , en grande partie retenu dans les masses épurantes sous formes de soufre, sulfocyanures ou de sulfates de chaux,
- le complément se retrouve dans les goudrons et les eaux ammoniacales.

La présence de sulfures en quantités importantes peut nuire à la qualité du milieu par l'instauration d'un milieu réducteur. Les organismes vivants comme les poissons ont une grande sensibilité vis à vis du manque d'oxygène; ils ne peuvent généralement survivre au-dessous de 2,5 mg O_2/l .

Les risques liés aux activités des usines à gaz (cf. Fig. 8) nous amèneront à rechercher en priorité les éléments suivants:

- HAP
- BTX
- Phénols
- Cyanures complexes
- Ammoniaque

à la fois dans les sols et les eaux souterraines ou de surface.

L'étude de l'altération des eaux souterraines dans l'environnement immédiat des usines à gaz est une préoccupation déjà ancienne des exploitants puisque l'on note un article sur ce thème écrit par M. Melon et M. Renard présenté au congrès des Usines à Gaz à Lyon en juin 1890. Les résultats des analyses et observations faites tendaient à s'opposer "... aux prétentions souvent mal fondées des personnes qui imputent au voisinage des usines à gaz les altérations des eaux dont elles font usage".