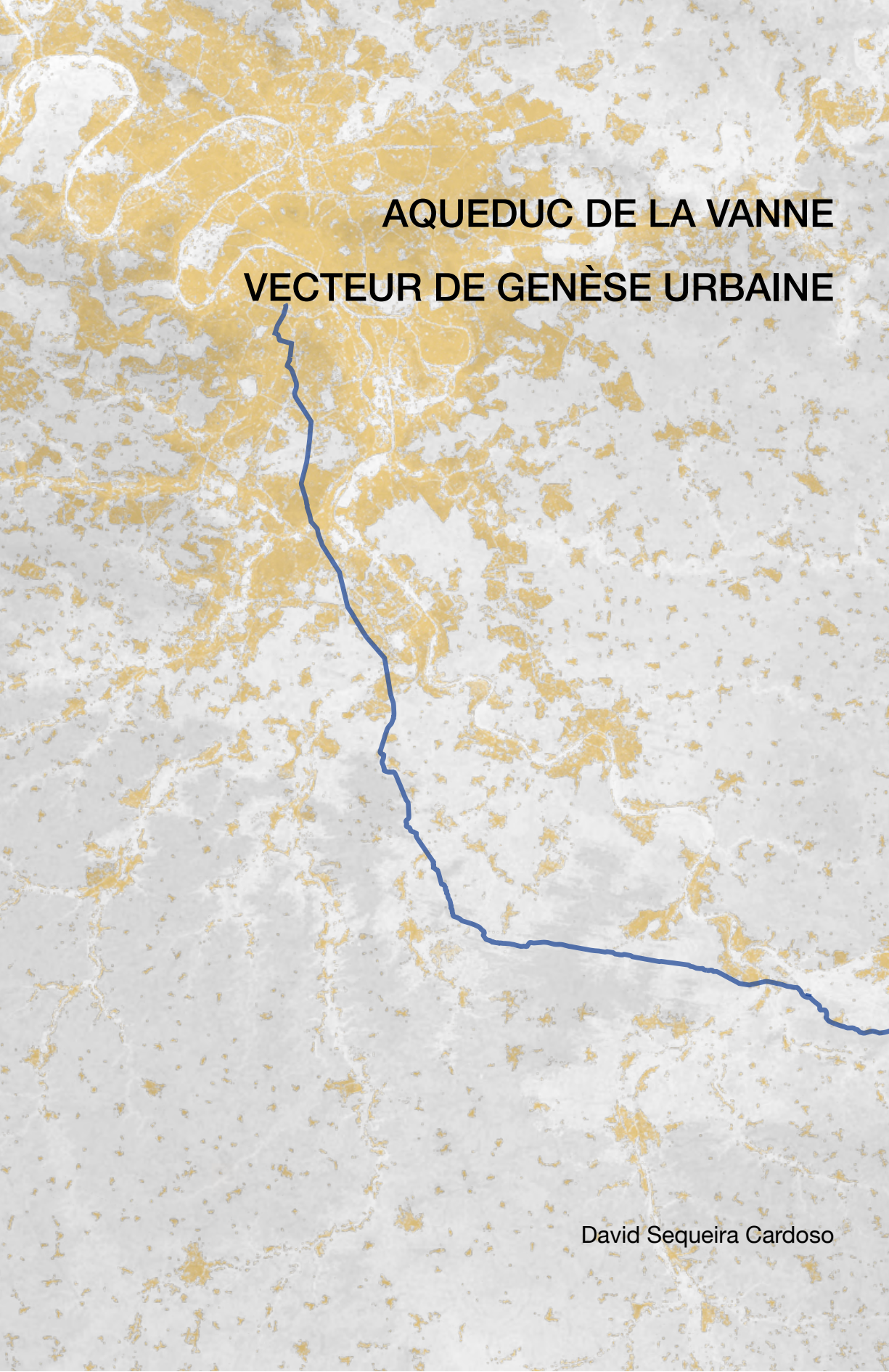


The background of the entire page is a marbled paper with a mix of grey, white, and yellowish-gold tones. A solid blue line, representing the Vanne aqueduct, starts near the top left, curves downwards and to the right, and then continues horizontally towards the right edge of the page.

AQUEDUC DE LA VANNE VECTEUR DE GENÈSE URBAINE

David Sequeira Cardoso

Professeur d'énoncé:

Marco Bakker

Directeur pédagogique:

Alexandre Blanc

Maître EPFL:

Guillaume Bolle-Reddat



BY 2020, David Sequeira Cardoso

Les contenus provenant de sources externes ne sont pas soumis à la licence CC BY et leur utilisation nécessite l'autorisation de leurs auteurs.

Avant tout, je tiens à remercier le professeur Bakker pour son aide et son intérêt. Guillaume qui m'a donné des conseils et des références qui m'ont guidés tout ce semestre. Ma gratitude va aussi à Celia Devas pour ses longues heures de relecture attentive et à mes amis qui ont eu la patience de prendre de leur temps de PDM pour m'apprendre les rudiments de la cartographie à travers QGIS.

Enfin, je remercie le personnel des services de l'urbanisme de Pont-sur-Yonne et monsieur Clervil d'Eau de Paris, pour avoir pris le temps de répondre à mes questions malgré cette période difficile.

AQUEDUC DE LA VANNE VECTEUR DE GENÈSE URBAINE

David Sequeira Cardoso

TABLE DES MATIÈRES

I.	INTRODUCTION	
	PRÉAMBULE	p. 8
	UNE TRADITION ARCHITECTURALE	p. 9
II.	AQUEDUC DE LA VANNE	
	L'HYDRAULIQUE PARISIEN	p. 12
	EUGÈNE BELGRAND	p. 16
	L'ORIGINE DE L'AQUEDUC DE LA VANNE	p. 19
	LE MODÈLE ANTIQUE DES AQUEDUCS	p. 20
	TRACÉ DE L'AQUEDUC DE LA VANNE	p. 26
	BILAN	p. 30
	TYPES EXEMPLAIRES	p. 33
	ANALYSE URBAINE	p. 36
	SYNTHÈSE DES ANALYSES URBAINES	p. 90
III.	CONCLUSION	
	VECTEUR DE GENÈSE URBAINE	p. 96
	PERSPECTIVE DE PROJET	p. 97
IV.	BIBLIOGRAPHIE	p. 100
V.	CRÉDITS D'IMAGE	p. 103
VI.	ANNEXES	p. 106

I. INTRODUCTION

PRÉAMBULE

Ce travail a commencé à la suite d'une occasion manquée et d'une fascination inachevée pour les machines hydrauliques camouflées dans les méandres des rues parisiennes. Il s'en est suivi une exploration de ces rues et une interrogation du rôle et impact de ces constructions aujourd'hui. De cette première recherche, une infrastructure dont l'échelle dépassait largement l'implication de la capitale française s'est démarquée. L'aqueduc de la Vanne, qui depuis 146 ans, amène de l'eau potable à Paris et fait plus de 150 kilomètres de long. Il a longtemps traversé des territoires où l'homme ne s'était encore que très peu implanté, mais au fil du temps les villes ont rejoint son tracé. Aujourd'hui, nous pouvons nous questionner sur l'influence d'un tel élément territorial et du rôle urbain qu'il apporte.

Cet énoncé porte donc sur l'aqueduc de la Vanne, construit par l'ingénieur Eugène Belgrand (23 Avril 1810 – 8 Avril 1878), concepteur de nombre des réseaux et infrastructures hydrauliques du Paris haussmannien. Nous commencerons ce propos sur l'intérêt et l'importance des machines dans la tradition architecturale de l'Antiquité à aujourd'hui pour montrer et saisir le lien qu'entretiennent les aqueducs et autres constructions du même type avec l'architecture, ainsi que l'intérêt qu'elles revêtent pour les architectes. Nous poursuivrons dans le but de comprendre et mettre en lumière le travail sur l'aqueduc de E. Belgrand sur l'hydraulique parisien aujourd'hui, mais aussi l'histoire, la conception et l'analyse de l'impact de l'aqueduc sur les villes. Les cas urbains analysés porteront principalement sur le tracé originel de l'infrastructure par intérêt pour les émergences majeures qui y sont remarquables à la différence des ajouts et aqueducs qui ont suivis. Car tel qu'Aldo Rossi l'a énoncé dans son ouvrage *L'architecture de la ville*, « seule la présence

d'une forme fermée et constituée permet la continuité et la production d'actions et de formes successives ».¹

Nous partons ainsi de l'hypothèse d'une influence réciproque entre l'aqueduc et les territoires qu'il traverse. Nous nous évertuerons à la démonstration de ce fait, mais aussi à l'énonciation des principes sous-jacents qui en résultent.

UNE TRADITION ARCHITECTURALE

Qu'est-ce qu'un aqueduc? Nous pouvons le définir comme une machine, un ouvrage d'art ou une « infrastructure » qui sert au transport de l'eau. Toutes les structures d'ingénierie (le plus souvent d'ingénierie civil), les gares et même les aéroports sont aussi des infrastructures. Il paraît alors pertinent de nous questionner sur l'intérêt d'un travail d'architecte en lien avec un tel ouvrage.



Fig. 1.
Arrivée d'un aqueduc,
De Architectura, livre
VIII, Vitruve, éd. Gottar-
do da Ponte, 1521

La question d'un lien entre l'architecture et les infrastructures est déjà présente dans les dix livres de Vitruve, *De architectura*, livres fondamentaux pour les architectes. Il aborde notamment, dans son 8^{ème} livre, les fondements du dessin et de la construction de machines hydrauliques telles que les aqueducs. Les ouvrages devaient aussi bien être esthétiques qu'utilitaires, et s'insérer de façon harmonieuse dans leur environnement.² Chez les romains, on retrouvait énormément d'aqueducs richement décorés à proximité des villes ou lorsqu'ils chevauchaient les portes de celles-ci, montrant ainsi aussi bien une logique utilitaire qu'esthétique et symbolique. Plus tard, Leon Battista Alberti déclare dans un des premiers traités d'architecture occidentale *De re ædificatoria* que les romains, dans leurs efforts incroyables pour traverser les montagnes par des percées et la construction d'ouvrages monumentaux en maçonnerie, cherchaient aussi bien l'utilité pour leur ville que l'embellissement du paysage. D'une part, ces constructions suivaient la logique du terrain et d'une autre, ils affichaient un profil héroïque.³ Giovanni Battista Piranesi, dit « Piranèse », clame dans cette logique que l'architecture doit s'adapter à la nature et que les infrastructures ont pour rôle d'intensifier celle-ci à travers une beauté cyclopéenne. Pour Piranèse, ces machines représentent la quintessence des constructions architecturales.⁴

Dès la Renaissance, le modèle antique devient une obsession en

1 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; L'architecture de la ville; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.111

2 Vitruvius, et Claude Perrault; Les dix livres d'Architecture de Vitruve: corrigez et traduits nouvellement en François; avec des notes et des figures; Paris : Coignard, 1684; Bruxelles: Mardaga; 1979; livre VIII

3 Leon Battista Alberti; op. cit; p.378

4 Alonzo, Éric; L'architecture de la voie: histoire et théories; Champs-sur-Marne : Marseille: École d'architecture de la ville & des territoires: Éditions Parenthèses; 2018; p.77

Occident : on bâti avec ce modèle en tête. C'est en France que la première école d'ingénieur est née, « l'Ecole des ponts et chaussées », en 1747. C'est un métier qui calque toutefois sa formation sur celle des Beaux-arts des architectes et fonctionne en symbiose avec ceux-ci, notamment pour certains cours tels que ceux de dessin. Petit à petit, le domaine de l'esthétique quitte le navire des ingénieurs.⁵ Dès le 18^{ème} siècle, les premiers signes qui séparent définitivement les infrastructures hydrauliques du domaine de l'architecture⁶ apparaissent dans les dictionnaires d'ouvrage d'art. C'est toutefois les siècles suivants qui célèbrent le divorce entre esthétique et infrastructures avec des périodes de renouement ponctuelles au début du 20^{ème} siècle.

Dès la seconde moitié du 20^{ème} siècle, un intérêt pour les infrastructures grandit parmi les architectes. En effet, il devient admis qu'ils intègrent et renouvellent la question de l'espace public, à un moment où on réévalue l'héritage des modernes et l'impact territorial et paysager d'une ville en périphérie.⁷

Kelly Shannon et Marcel Smets, tous deux professeurs d'urbanisme et d'architecture à l'Université de Leuven, ont réalisé un catalogue référençant différentes réalisations d'infrastructures d'architectes ou de paysagistes pour démontrer que « le développement d'infrastructures n'est pas qu'une question technique à laisser aux planificateurs, ingénieurs et politiques, mais un champ transversal qui implique de multiples secteurs »⁸. D'autres, comme Alberto Ferlenga dans son exposition à la Triennale de Milan de 2013⁹, réveillent cet intérêt pour les infrastructures par le recours à des exemples passés tels que les grandes infrastructures de Nervi ou les utopies urbaines du début du 20^{ème} comme celles de Le Corbusier.¹⁰ Tels des avocats évoquant des jurisprudences, ces auteurs utilisent ces références historiques pour défendre de nouvelles positions et refonder une tradition où l'architecture et les infrastructures sont à nouveau liées.

5 Alonzo, Éric; L'architecture de la voie: histoire et théories; Champs-sur-Marne : Marseille: École d'architecture de la ville & des territoires: Éditions Parenthèses; 2018; p. 97-99

6 Ibid; p.98

7 Ibid; p.11-12

8 Shannon, Kelly, et Marcel Smets; The Landscape of Contemporary Infrastructure; Rotterdam: naio10 publ; 2016; p.9-10

9 A.Ferlenga, Architectura del mundo : Infrastrutture, mobilità, nuovi passaggi, Bologna, Editrice: Compositori, 2012, p.18-147

10 Alonzo, Éric; L'architecture de la voie: histoire et théories; Champs-sur-Marne : Marseille: École d'architecture de la ville & des territoires: Éditions Parenthèses; 2018; p.11-12

L'intérêt pour les ouvrages d'art des architectes semble donc être historiquement présent et reprendre de la valeur. Cet intérêt relève aussi bien de l'importance de la construction du paysage par les grands ouvrages d'art, mais aussi du lien étroit, voire symbiotique, que les villes entretiennent avec certaines infrastructures. Le cas de l'aqueduc de la Vanne est indéniablement important historiquement et il reste alors à vérifier s'il respecte les codes romains de l'esthétique du paysage et surtout, s'il entretient des liens d'influence avec les villes qu'il croise pour s'ancrer dans cette tradition.



Fig. 2. Lyonel Feininger (1871-1956), Carnaval à Arcueil, Huile sur toile, 1911; Ville d'Arcueil avec l'aqueduc de la Vanne comme fond

II. AQUEDUC DE LA VANNE

Dans cette partie de notre recherche, nous nous intéresserons à la gestion des eaux dans Paris, aux machines hydrauliques ancestrales qui lui sont essentielles, ainsi qu'à leur inventeur, Eugène Belgrand. Pour finir, nous analyserons l'ouvrage qui s'est démarqué par son importance historique, son importance physique dans les villes qu'il traverse, mais aussi son importance utilitaire pour la capitale : l'aqueduc de la Vanne. Cette première partie fournira la matière permettant de contextualiser l'aqueduc de la Vanne et de comprendre son fonctionnement afin de développer un éventuel programme architectural qui remette en valeur ce patrimoine hydraulique méconnu. Ces éléments contextuels permettront également de travailler en lien avec l'aqueduc dans les villes qui sont le plus en contact avec celui-ci.

L'HYDRAULIQUE PARISIEN

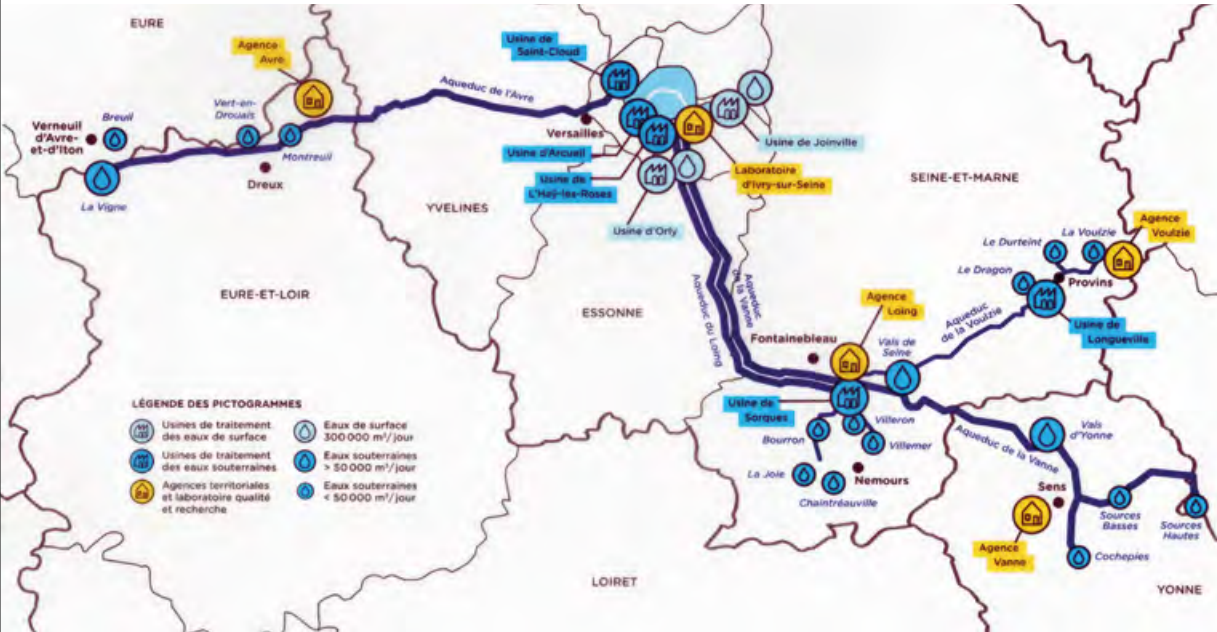
Aujourd'hui, l'eau potable de Paris provient de sources très éloignées de la ville ou d'usines de traitement et de pompage des eaux des rivières et fleuves aux abords de Paris. Ces eaux sont stockées dans des réservoirs (voir fig. 4 à 7) dispersés dans la ville à des points de hauteur stratégiques qui permettent d'alimenter en eau tous les arrondissements de Paris de manière gravitaire par des canalisations. Ces différentes infrastructures hydrauliques sont en grande majorité l'héritage du développement souterrain de la capitale dès 1854 avec la « belgrandisation » liée aux grands travaux lancés par le baron Haussmann.¹¹ Les deux types de provenance de l'eau potable (sources et usines de traitement et de pompage) subviennent à part égale au besoin en eau de la population actuelle.¹²

11 Deutsch, Jean-Claude, et Isabelle Gautheron, éd. Eaux pour la ville, eaux des villes: Eugène Belgrand, XIXe-XXIe siècle; Paris: Presses des Ponts, 2013; p. 18-28

12 Ibid; p.124-126

Toutefois, l'eau de source de la Vanne, puis du Loing, de la Voulzie et du Avre a été dès le 19^{ème} siècle l'un des points essentiels pour l'hygiène et la santé de la population. Aujourd'hui, les réservoirs permettent notamment une autonomie en eau potable de 2 à 3 jours. Cette autonomie est des plus utile lors de la maintenance biannuelle des aqueducs. Nous retrouvons encore actuellement dans l'enceinte de Paris les mêmes usines qui pompent l'eau de la Seine depuis le 19^{ème} siècle, mais aussi un réseau linéaire de 470 km d'aqueducs dans un rayon de 150 km.¹³ Trois aqueducs principaux définissent le système d'adduction de la ville (voir fig. 3). Un quatrième, souterrain, celui de la Dhuys, était utilisé mais il ne dessert plus le service public. Les infrastructures se nomment du nom de leurs sources : aqueduc de la Vanne, du Loing et de l'Avre. Des aqueducs secondaires sont venus s'adjoindre à eux au fil des besoins (sources basses de la Vanne, sources de Cochapies, et des champs captants du Vals de la Seine et de l'Yonne pour celui de la Vanne, voir carte ci-dessous). Les sources des trois principaux ont été repérées par Eugène Belgrand, mais seul l'aqueduc de la Vanne a été entièrement réalisé par son équipe et lui. Il reste à ce jour considéré comme son chef-d'œuvre¹⁴ : un travail à l'ampleur des plus grandes réalisations romaines dont il a tiré sa forme et son ingénierie. Sa constante utilisation a permis sa préservation en faisant de lui un objet urbain exemplaire du rapport de l'eau à la ville, mais dont l'histoire et le fonctionnement sont méconnus.

Fig. 3. Ci-dessous carte simplifiée du système d'adduction d'eau potable parisien



13 Picon, Guillaume; Les patrimoines de l'eau; Paris: Editions du patrimoine; Centre des monuments nationaux; 2019; p. 45-54

14 Gaillard, Marc, et Claude Abron; L'eau de Paris; Amiens: Martelle, 1995; p.22

RÉSERVOIRS D'EAU POTABLE

Noms	Date de mise en service	Capacité [m³]	Alimentation
Ménilmontant	1865	92 159	Usines de Joinville, Ivry et Orly-Dhuys
Belleville	1868	6080	Usine Saint-Pierre
Montsouris	1874	202 591	Sources de la Vanne, du Loing, de la Voulzie et du Lunain
Montmartre	1889	5709	Usine de Saint-Pierre
Saint-Cloud	1900	425 973	Usine de Ménilmontant
Belleville (cuve d'équilibre)	1919	100	Usine Saint-Pierre
Montmartre (cuve d'équilibre)	1927	600	Usine de Saint-Pierre
Les Lilas	1964	208 332	Usine d'Orly
L'Hay-Les-Roses	1971	229 332	Sources de l'Avre

Capacité totale :

1 171 795 = 2 à 3 jours de réserve d'eau pour Paris

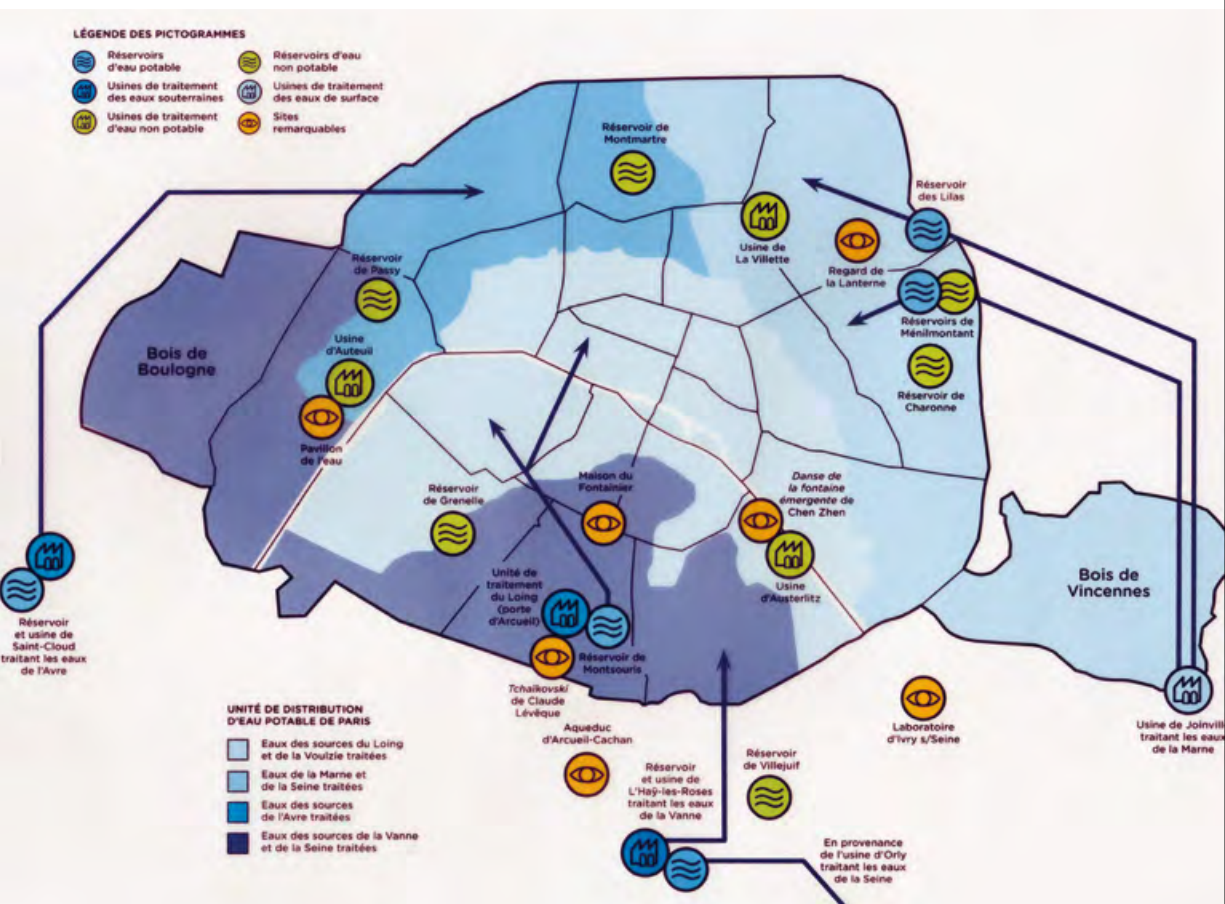


Fig. 4. Ci-contre (à gauche), tableau des réservoirs d'eau potable parisiens

Fig. 5. Ci-contre (à droite), plan du réservoir de Montsouris, réalisé par E. Belgrand

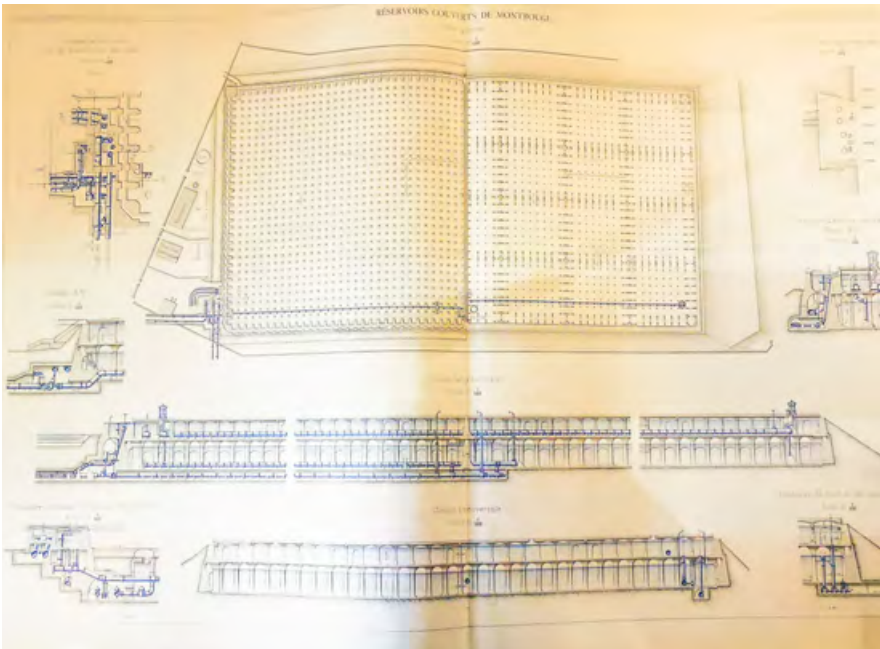


Fig. 6. Ci-contre (à gauche), carte simplifiée du système de récupération des eaux dans Paris

Fig. 7. Ci-contre (à droite), photo de l'arrivée des eaux de l'aqueduc de la Vanne et du Loing dans le réservoir de Montsouris



Depuis la construction des aqueducs de la Vanne et de la Dhuys sur la base des anciens aqueducs romains par Eugène Belgrand et ses contemporains, leurs successeurs ont amélioré le modèle en exploitant les progrès en mortier et enduits, l'emploi de pompes qui exploitent des moteurs plus économiques et performants à partir du 20^{ème} siècle; mais aussi les nombreux progrès de l'industrie métallurgique qui ont facilité la construction des nouvelles infrastructures aussi bien au niveau des joints que des canalisations.¹⁵ Les nouveaux aqueducs peuvent ainsi gérer des pentes plus fortes, supportant une grande pression, et gérer de très grands débits avec de faibles pentes grâce à l'impulsion mécanique (voir tableau ci-contre). Les grands projets d'aqueduc se sont arrêtés au début 20^{ème} siècle, la volonté politique d'un empire n'étant plus présente et la guerre signant la fin de ces projets. L'échec d'un projet d'aqueduc reliant Paris et au lac Léman marque d'ailleurs cette période.¹⁶

Aujourd'hui, l'aqueduc de la Vanne reste malgré tout la construction la plus durable et fiable du réseau parisien. Il y a en effet peu de maintenance nécessaire et il est resté en service presque continu depuis 1874. Aucun arrêt n'est prévu avant les 35 prochaines années (voir annexe, interview). Il est une machine essentielle au système, créé par Belgrand, exploitant les inventions et techniques antiques pour dériver l'eau de source. Les ponts de cet aqueduc sont plus présents que ceux de ses successeurs. Ils sont le symbole de cet héritage mais aussi une présence formelle qui rappelle l'existence des infrastructures hydraulique si souvent cachées.¹⁷

Fig. 8. Ci-contre (à droite), tableau comparatif des aqueducs parisiens

EUGÈNE BELGRAND

Pour comprendre comment la construction d'une infrastructure comme l'aqueduc de la Vanne a été possible il faut s'intéresser à son constructeur, mais aussi au contexte dans lequel il a évolué.

Au 19^{ème} siècle en France, le travail d'ingénieur est récent. Celui-ci n'est acteur dans la ville de manière généralisée que depuis septembre 1807 à la suite du décret impérial qui lui donne toutes les compétences communales de gestion des eaux, des égouts et de la voirie.¹⁸ C'est avec les grandes rectifications hygiéniques dans les villes que le métier d'ingénieur prend de l'ampleur. Les médecins sont les premiers à pousser ces rectifications urbaines. En effet, *Le traité des airs, des eaux et des lieux d'Hippocrate* est la source primordiale d'une conviction partagée que les sources de maladies et de mort sont associées aux conditions climatiques,

¹⁵ Gaillard, Marc, et Claude Abron; L'eau de Paris; Amiens: Martelle, 1995; p.110-140

¹⁶ Ibid; p. 132-133

¹⁷ En annexe, interview avec le responsable du Pôle Politique Patrimoniale et Gestion des Biens, Jean-Louis Clervil

¹⁸ Deutsch, Jean-Claude, et Isabelle Gautheron, éd. Eaux pour la ville, eaux des villes: Eugène Belgrand, XIXe-XXIe siècle; Paris: Presses des Ponts, 2013; p. 16

COMPARATIF DES AQUEDUCS

Aqueduc	de la Vanne	du Loing	de l'Avre
Date de construction	1866-1874	1897-1900	1890-1893
Longueur	173 km 16,2 km (aqueduc secondaire) 16,6 km de pont-aqueduc 36 siphons	95 km 0,3 km de pont-siphon 16 siphons	102 km 1,3 km de pont-aqueduc 9 siphons
Caractéristiques	Capte les eaux des sources de la Vanne, des champs captants de l'Yonne et de la Seine	Suit le tracé de l'aqueduc de la Vanne et reçoit les eaux des aqueducs secondaires de la Voulzie et du Lunain	Construit suite à la découverte des sources à l'ouest de Paris et aux épidémies de typhoïde
Usage d'origine	Alimentation du réservoir de Montsouris	Alimentation du réservoir de Montsouris	Alimentation du réservoir de Saint-Cloud
Usage actuel	Alimentation du réservoir de Montsouris et de Haÿ-les-Roses	Alimentation du réservoir de Montsouris	Alimentation du réservoir de Saint-Cloud et de l'usine du réservoir
Données techniques	Galerie en matériaux locaux de diamètre de 1,7 m à 2,1 m et en fonte de 0,6 m	Galerie en moellons calcaires de 2,5 m de diamètre et pierre meulière pour le pont-siphon avec canalisation en métal	Galerie maçonnée de 1,8 m de diamètre en silex ou pierres meulières et pont-siphon en métal
Débit moyen [m³/s]	1,678	2,43	1,8
Pente moyenne [cm/km]	13	1	30

météorologiques et topographique d'un lieu, principalement au sol.¹⁹ Au début du 19^{ème} siècle, les villes sont particulièrement considérées du fait de la surmortalité affichée qui y règne. Paris est ainsi considérée comme un marais où les rues sont imprégnées de boue putride qui empêche l'eau de circuler. L'eau est alors vecteur d'épidémies et conduit ingénieurs, architectes et médecins à défendre un nouveau réseau de distribution d'eau et d'égouts.²⁰ C'est timidement que la capitale débute ces travaux. Établir une distribution d'eau suffisante, construire des égouts, changer le profil des trottoirs, paver les rues et les macadamiser sont les activités qui sont gérées par les ingénieurs de l'Ecole des ponts et chaussées. Toutes les innovations qui en résultent sont une part essentielle du travail dont profitent la belgrandisation et l'haussmannisation qui suivent.²¹

Marie François Eugène Belgrand (1810-1878) est issu d'une famille de maître de forge. Comme beaucoup de familles de ce type, celle-ci est devenue une famille d'ingénieurs avec Belgrand et deux de ses frères qui se sont inscrits à l'école polytechnique.²² Grâce à son expérience de la construction de ponts et des problèmes qu'il a encouru lors de crues, il découvre l'insuffisance de l'enseignement en géologie de l'École des ponts et chaussées. Il s'éduque donc en conséquence en tant que géologue. Il a œuvré dans les domaines de l'hydrologie et l'archéologie, bâtissant par la même occasion un modèle représentatif de l'évolution de l'éducation donné à l'École des ponts et chaussées. Pour Belgrand, bâtir devait aussi bien se baser sur la connaissance de l'objet, que sur la compréhension du site dans lequel il se tient, et rester adapté aux conditions économiques.²³

En 1850, lors d'une visite d'une fabrique de ciment, il rencontre le baron Haussmann qui est impressionné par ses compétences d'hydrologue. Trois ans plus tard, après que Napoléon III ait proclamé un nouvel empire, Haussmann est nommé préfet de la Seine. Les épidémies de choléra deviennent des questions fondamentales et leur propagation à travers l'eau est prouvée à Londres.²⁴ L'empereur est impressionné par la gestion hydraulique des anglais, Il demande alors au préfet de développer un nouveau système d'adduction d'eau, plus propre pour la ville. Haussmann décide alors de faire appel à l'ingénieur hydrologue qu'il avait rencontré dans la vallée de l'Yonne, Belgrand.²⁵ Ce dernier établit une recherche des sources dont l'eau est bien plus pure que celles des rivières d'après ses observations. Il propose alors la dérivation des sources de la Somme-Soude, de la Dhuys et de la Vanne. Après des années de dispute

19 Deutsch, Jean-Claude, et Isabelle Gautheron, éd. *Eaux pour la ville, eaux des villes*: Eugène Belgrand, XIXe-XXIe siècle; Paris: Presses des Ponts, 2013; p 17

20 Ibid, p. 18-28

21 Ibid, p. 30

22 Ibid, p.48

23 Ibid, p.51

24 Ibid, p.48

25 Ibid, p.55

politique sur la viabilité de ces dérivations à l'aide d'aqueducs plutôt que l'extraction d'eau de rivière, ce sont finalement les sources de Vanne et de la Dhuys qui sont validées pour la dérivation.²⁶ L'aqueduc de la Dhuys, long de 131 km, est le premier à être mis en service en 1865, puis celui de la Vanne en 1874 après une interruption entre 1870 et 1871 due à une guerre. Les observations archéologiques de Belgrand à Rome ont généré les aqueducs, mais aussi les 600 km d'égouts gravitaires qu'il fait construire sur l'inspiration de la Cloaca Maxima (principal égout collecteur de la Rome de l'Antiquité). Ces idées sont cependant source de tension entre Haussmann et Belgrand qui se disputent la paternité de celles-ci. Il est toutefois indéniable que les milliers de pages d'étude aussi bien archéologiques, géologiques que hydrologiques de Belgrand sont devenues des références dans les différents domaines concernés pendant plusieurs décennies.²⁷

En 1878 à la mort de Belgrand, le général Ildephonse Favé lui fait hommage par ces quelques mots : « Il y a en effet, dans M. Belgrand, deux hommes éminents, un homme de science et un ingénieur, tous deux tels qu'on ne saurait dire quel est celui qui l'emporte sur l'autre ».²⁸

L'ORIGINE DE L'AQUEDUC DE LA VANNE

En 1893, Haussmann explique longuement dans ses mémoires son implication dans la construction du nouveau système d'adduction d'eau de Paris : « Cette grande cité qui a la prétention d'être la tête de la civilisation moderne, le siège principal des sciences et des arts, le chef d'œuvre des architectes et des ingénieurs, le modèle de la bonne administration, la véritable Rome du temps présent, en était réduite encore en 1852 à des expédients... ». Il poursuit « Je réussis à gagner la confiance de l'Empereur en lui rappelant les magnifiques aqueducs romains ; je fis naître en lui l'ambition, je ne dis pas d'égaler, à Paris, les œuvres grandioses des anciens, mais d'y faire encore mieux que le Premier Empire ; il doterait la capitale d'une abondance d'eau parfaite, laissant bien loin en arrière tout ce que les machines élévatoires pourraient nous procurer. »²⁹ Au-delà du rôle majeur que s'adjuge le préfet, il est clair qu'une forte volonté politique a mené à la construction des dérivations d'eau de sources, et que les études de Belgrand sur la qualité sanitaire supérieure de celle-ci en comparaison à l'eau de surface sont aussi un

26 Deutsch, Jean-Claude, et Isabelle Gautheron, éd. Eaux pour la ville, eaux des villes: Eugène Belgrand, XIXe-XXIe siècle; Paris: Presses des Ponts, 2013; p. 55

27 Ibid

28 Favé Général; 1878. «Discours au nom de l'Académie des Sciences », Compte-rendus des Séances de l'Académie des Sciences; 8 avril; Vol. LXXXVI; n°14; p. 842-850

29 Gaillard, Marc, et Claude Abron; L'eau de Paris; Amiens: Martelle, 1995; p.72-73

argument de poids.

Dès 1854, Belgrand, sur la base de ses études géologiques et hydrologiques, écrit son rapport sur les différentes sources disponibles à proximité de la capitale. Différents critères essentiels définissent ses choix de sources pour les dérivations : la limpidité de l'eau, sa composition, sa température, le débit et la cote d'altitude des sources. En hiver, l'eau ne doit pas geler et donc rester à une température minimum de 8 degrés, alors qu'en été, elle doit rester agréable à boire et ne pas dépasser les 14 degrés. Pour que le projet puisse être accepté économiquement, la distribution se doit d'être gravitaire, c'est-à-dire que l'eau s'écoule par la seule force de la gravité, selon le modèle des aqueducs de l'antiquité.³⁰

Fig. 9. Ci-contre (à droite), carte d'étude géologique et hydrologique d'Eugène Belgrand avec le tracé provisoire des aqueducs de la Vanne et de la Dhuis

LE MODÈLE ANTIQUE DES AQUEDUCS

Ce modèle antique, Belgrand en est passionné depuis son voyage à Rome en 1836. Son intérêt pour l'hydrologie se transfère rapidement sur les grands ouvrages hydrauliques romains auxquels il consacrera le deuxième tome de ses mémoires dans une étude archéologique. Il étudie avec intérêt Vitruve, Pline et Frontin pour comprendre et construire des aqueducs.³¹

Si certains points, comme le repérage des sources et la gestion des pentes, évoluent grâce aux avancées techniques et scientifiques, le tracé des aqueducs français reste analogue à ce qui est préconisé par les romains. Il est issu d'une étude approfondie du terrain (voir Fig. 9) afin de pouvoir réaliser les travaux les plus aisés et adaptés à celui-ci. Il suit généralement les lignes de topographie. Plusieurs paramètres sont pris en compte :

-La ligne de pente : Il était nécessaire que la source soit plus élevée et qu'une pente stable soit conservée pour arriver à la bonne altitude du réservoir. La pente devait aussi être adaptée à la structure du canal et constante. Pline recommandait de ne pas se situer en dessous de 20 cm au kilomètre pour conduire l'eau avec facilité, mais une pente trop forte pouvait également user rapidement le canal.³²

-La longueur de contournement : Le prix pouvant être un facteur décisif, un maximum de raccourcis étaient recherchés. Tunnels, ponts et siphons

30 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p.97-99

31 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 2 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; 282 p.

32 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité ». Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020. <https://www-universalis-edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedia/aqueducs-antiquite/>

CARTE
HYDROLOGIQUE ET GÉOLOGIQUE
DU BASSIN DE LA SEINE
dessinée par M. BELGRAND Ingénieur en chef
du service hydrographique de ce bassin
ET PUBLIÉE
sur l'initiative de
M. HAUSMANN
Préfet de la Seine



Teintes conventionnelles.

T. QUATÉNAIRES.		Alluvions et tourbes.	Ordinairement fond de grandes vallées, principalement dans les L. crétacés et de la Beauce.
TERRAINS TERTIAIRES.	ETAGE MIOCÈNE.	Argiles et molasses des plaines de Satory.	plateaux imperméables argileux sans pente.
		Calcaire lacustre de Beauce.	Calcaires très-perméables. Vallées sèches.
		Sables de Fontainebleau.	Sablons et grès perméables.
		Terrains tertiaires d'origine éolienne.	Terrain argilo-sableux imperméable, sans pente. — Nombreux étangs.
ETAGE EOCÈNE.		Argiles et molasses de Brissac.	Plateaux argileux imperméables, sans pente.
		Marnes vertes et marnes du Gypse.	Terrains argileux très-imperméables. — Bords de peuplier toutes les vallées de la Beauce.
		Calcaire lacustre de Saint-Omer.	Calcaire très-perméable, beaucoup de vallées sèches.
		Sables moyens.	Sablons et grès moins perméables.
TERRAINS SECONDAIRES.		Calcaire grossier.	Calcaire très-perméable.
		Argile plastique, lignite et sables inférieurs.	Argiles imperméables alternant avec des sables inférieurs.
		Argiles à Silex du bassin d'Yvetot.	Plateaux argilo-calcaires drainés par le crétacé.
		Crâie blanche.	Calcaires tendres très-perméables. — Nombreuses vallées sèches.
TERRAINS JURASSIQUES.		Crâie marneuse.	Calcaire moins perméable.
		Grès vert et gaill.	Sablons et argiles imperméables.
		Terrain néocomien.	Sablons, argiles et calcaires imperméables.
		Calcaire de Portland.	Calcaires très-perméables.
TERRAINS PALÉOZOÏQUES.		Marnes de Kimmeridge.	Marnes moins perméables.
		Calcaire lithographique.	Calcaires très-perméables, et marnes moins perméables.
		Marnes d'Oxford.	Calcaire très-perméable.
		Grande calcaire.	Marnes moins perméables.
T. CRISTALLINS.		Calcaire à entroques.	Calcaire très-perméable.
		Marnes à bécasses.	Terrains très-imperméables.
		Lias bleu.	
		Gris du Bas.	
TERRAINS PALÉOZOÏQUES.		Terrain devonien.	Argiles argileuses.
		Terrain silurien.	Quartzites et grès imperméables.
		Granite.	Roches imperméables.
		Porphyre.	

Indications hydrologiques.

TENTES
Les tentes plates indiquent les terrains imperméables.
Les tentes plates avec des rayures, les terrains demi-perméables.
Les rayures, les terrains très-perméables.
Les tentes plates avec rayures d'une autre couleur, des terrains imperméables, drainés par un terrain perméable placé au-dessous.

DISPOSITION DES COURS D'EAU
Dans les terrains imperméables, tous les cours d'eau sont torrentiels, c'est-à-dire qu'ils ont des crues violentes et de courte durée; on y trouve un ruisseau au fond du moindre pli de terrain.
Tous les cours d'eau des terrains perméables sont tranquilles, c'est-à-dire qu'ils ont des crues de très-longue durée, mais d'une élévation médiocre; dans ces terrains la plupart des vallées sont sèches; on ne trouve de cours d'eau qu'au fond des vallées principales.

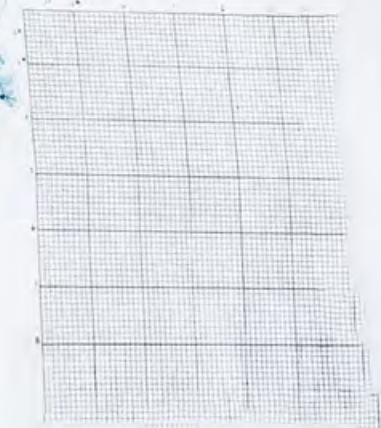
NATURE DE LEURS CRUES
Lorsqu'un terrain perméable repose sur un terrain imperméable, il y a toujours une ligne de sources qui suit leur ligne de contact, que l'affleurement ait lieu le long d'un coteau, ou au fond d'une vallée.

DISPOSITION DES SOURCES
On ne trouve ordinairement que des sources d'un faible débit, quoique parfois très-nombreuses, dans les terrains imperméables.
Dans les terrains perméables on trouve des sources très-importantes, mais toujours confinées au fond des vallées principales; les vallées secondaires restent habituellement sèches.

DISPOSITION DES TOURBIÈRES
Dans les terrains à tentes rose et brune, il existe de petites tourbières disséminées sur toute la surface du sol, dans les coteaux comme au fond des vallées, excepté dans les grandes vallées qui sont balayées par des crues violentes.
Dans les terrains à teinte bleue, vert olive, vert pré, nankin, lilas clair, il n'y a jamais de tourbières, sauf en quelques points sablonneux des terrains vert olive.

QUALITÉ DES EAUX
On trouve des tourbières importantes dans les terrains perméables, mais seulement au fond des vallées principales où il y a des cours d'eau, et lorsqu'il n'existe pas en amont une étendue de terrain imperméable assez grande pour produire des crues violentes.
Les eaux de source des terrains à tentes ou rayures roses, bleues, jaunes, vert olive, lilas, sont très-pures et surfont ne renferment pas de sulfates. Elles sont très-bonnes à boire quand elles ne traversent pas de tourbières.
Les eaux des terrains à tentes ou rayures orange ou vert pré sont moins pures et renferment très-souvent des sulfates.
Les eaux de source des d'eau, et lorsqu'elles sont très-pures, ne renferment pas de sulfates.

Echelle des Surfaces



étaient utilisés pour franchir les obstacles.³³

-La profondeur de tranchée et le type de matériaux à traverser : Belgrand a préféré les sols avec de la craie pour creuser les tranchées de son canal, le prix de l'aqueduc de Vanne étant très élevé dès le moment où la matière à traverser était difficile à découper (par exemple le grès).³⁴

-Le débit et la vitesse à gérer : Il y avait des préoccupations dues aux risques de rupture du fait d'une pression trop forte induite par le passage de l'eau dans les coudes des vallées comme l'explique Belgrand.³⁵

Les ouvrages construits en France ont des principes similaires à ce qui était fait pendant l'Antiquité avec des ponts, des canalisations en siphons inversés, des tunnels, ainsi que le composant le plus élémentaire : le canal couvert.

Dans le cas des aqueducs de Belgrand, nous retrouvons des aqueducs dont les conduites (« specus » ou « rivus subterraneus » chez Frontin) peuvent être enterrées et dont la forme peut varier pour devenir ronde ou ovoïde selon la nature du terrain. Les matériaux ont aussi évolué mais restent souvent de nature minérale, tels que les enduits intérieurs d'étanchéité à base ciment. Si le terme aqueduc évoque de manière générale les ponts à arches, les aqueducs sont, historiquement, essentiellement souterrains. Certains comme l'aqueduc de Bologne sont même entièrement souterrains, sans aucun pont.³⁶ La longueur d'un aqueduc pouvait, dans l'Antiquité, dépendre des capacités financières et techniques. L'aqueduc L'Aqua Marcia, construit par le consul Marcius Rex en 145 avant J.-C, démontre bien les limites techniques des romains et leurs évolutions. Il mesurait 97,27 km, pourtant un autre aqueduc de 68,93 km a été construit en 50 après J.-C à seulement 150 m de la même source par l'empereur Claude. Puis, en 1870 c'est le pape Pie IX qui fait construire une nouvelle variante du tracé de 52 km jusqu'à la même source. Deux mêmes points ont donc été reliés à travers l'histoire par un aqueduc, mais avec une différence de 92 km entre le premier et le dernier grâce aux progrès techniques.³⁷

Les sources d'eau sont captées différemment selon le type de terrain. Dans le cas des sources de la Vanne, l'eau jaillit par pression depuis la percée du terrain de la source principale à Armentière (voir annexe) à l'origine. Mais il y a aussi des drains, des canalisations en maçonnerie percées qui sont utilisés par endroit pour récupérer l'eau en surplus

33 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité ». Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020. <https://www-universalis-edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedie/aqueducs-antiquite/>

34 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 224

35 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 2 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 76

36 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité ». Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020. https://www-universalis-edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedie/aqueducs-antiquite

37 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 2 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 155

dans le sol se trouvant sur son cheminement (ces eaux handicapèrent la construction de l'aqueduc) et l'eau d'autres sources est amenée grâce à des aqueducs secondaires, puis des pompes pour élever le liquide au bon niveau. Au 20^{ème} siècle, des champs captants sont créés, des territoires où des machines pompent l'eau et la renvoient à travers des canaux secondaires. Les romains captaient aussi l'eau de rivière ou de barrage au besoin.

Les regards sont aussi des éléments essentiels qui ont perduré dans l'histoire des aqueducs. Ces constructions, qui pouvaient être richement décorées et de nature plus ou moins monumentale, permettaient de pénétrer dans l'infrastructure pour la nettoyer, pendant longtemps par bateau dans le cas de l'aqueduc de la Vanne. Leur apparition est beaucoup plus simple et timide dans la construction parisienne. Ils sont placés à intervalle régulier (500 m) par Belgrand.³⁸ Bien que Vitruve semble indiquer qu'il fallait respecter un tel intervalle, dans la réalité ce n'était souvent pas le cas dans l'Antiquité.³⁹

Les tunnels dans les collines étaient déjà utilisés dans l'Antiquité et sont devenus plus faciles à réaliser grâce à de nouveaux outils. Le principe était le même: des puits étaient creusés jusqu'au bon niveau, puis reliés entre eux. Sur de longues distances, c'était au topographe et à son savoir-faire (par exemple: construction de guide en bois hors des puits) de guider les ouvriers.

Un aqueduc est souvent assimilé aux arches des ponts, éléments auxquels nous faisons référence sous le terme d'émergence (comprenant aussi bien les pont-aqueducs que les pont-siphons). Généralement, le canal d'un aqueduc est porté par des murs de soutènement (« substructions ») percés d'arcades (« opus arcuatum ») dès qu'une hauteur de 2 mètres est dépassée. La construction s'en trouve allégée et plus économe. La technique de construction utilisée le plus souvent, est analogue, entre l'ouvrage parisien et les ouvrages romains. Il s'agit de celle du blocage, ou « l'opus caementicum ». Entre deux éléments, murs de parement ou coffrage de matériaux divers (généralement bois), sont placés des pierres et du mortier avec ou sans compression.

Si les aqueducs marquent autant les esprits, c'est souvent de par la taille incroyable des grands ponts, tels que l'aqueduc de Ségovie (Espagne) avec ses 31m de haut et même le pont-aqueduc de Belgrand à Arcueil et ses presque 38m de haut. Pour atteindre de telles hauteurs, il est aussi bien possible de superposer des arcades que de construire une plateforme, comme le fit Belgrand à Pont-sur-Yonne pour éviter le flambement des piles, les appuis intermédiaires des pont-aqueducs. La

38 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 264

39 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité », Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020. <https://www-universalis-edu-com.rprenet.bnf.fr/encyclopedie/aqueducs-antiquite/>

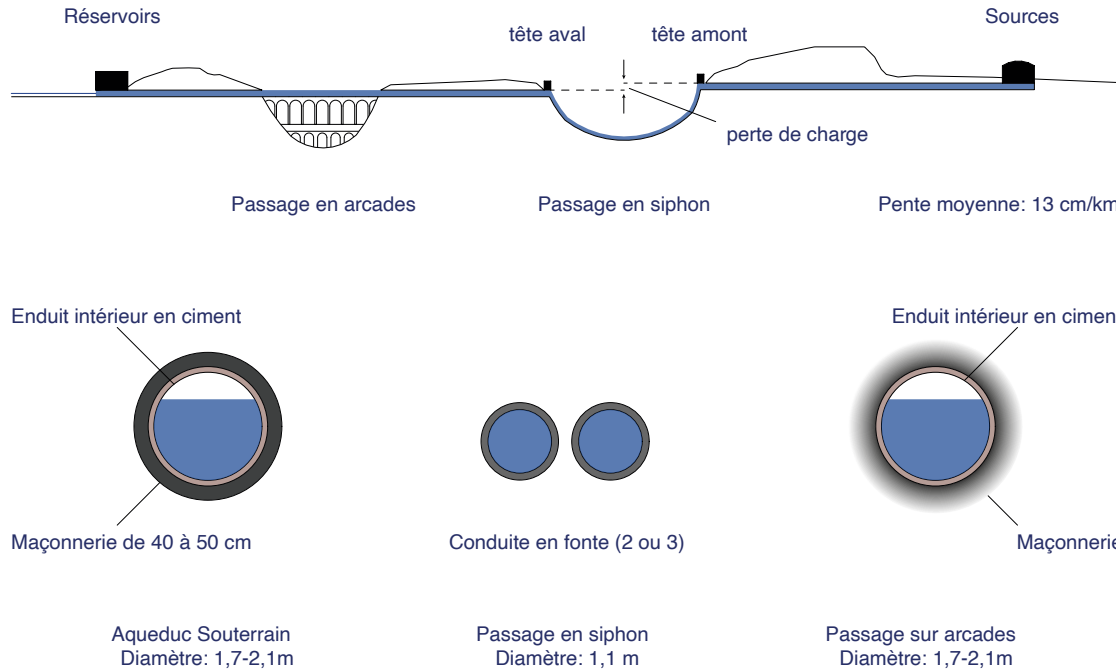
taille des ouvertures est aussi impressionnante selon les cas pour deux raisons principales : (a) pour des raisons d'économies lorsque l'aqueduc doit employer des arches sur de très grandes longueurs ou (b) pour franchir un obstacle (ravin, route, rivière, etc.). Pour construire les ponts, la technique utilisée aussi bien par Belgrand que par les anciens consiste à monter des piles avec une inclinaison régulière pour obtenir un profil trapézoïdal du mur afin d'établir le lien aux fondations.⁴⁰ Les romains ont aussi construit des contreforts latéraux au lieu de gérer des profils en trapèze. Belgrand et ses collaborateurs ont également utilisées des contreforts latéraux mais principalement pour lutter contre le courant lorsque leurs ponts traversaient des fleuves aux courants forts. Ce sont donc deux manières de construire qui peuvent être complémentaires. Enfin, les arches dites en plein cintre sont le plus souvent utilisée par Belgrand mais aussi les romains. Elles sont construites grâce à des substructures en bois en forme de demi-cercle, des cintres. Ainsi, les ouvrages, qui ont marqué l'imagination collective, portaient les canalisations massives lorsque la vallée ou la dépression à franchir était de faible largeur.

Dans le cas d'une vallée de grande largeur, ce sont les siphons qui sont préférés. Leurs canalisations plus fines et plus résistantes (en métal) permettaient, par principe de siphon inversé avec des vases communicants dans les têtes de siphon, de traverser des vallées.



Fig. 10. Ci-dessus, arcades du siphon de l'Yonne avec contreforts latéraux pour lutter contre le courant

Fig. 11. Ci-dessous, schéma des éléments constructions fondamentaux de l'aqueduc de la Vanne



40 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 282

Ce principe est basé sur l'observation suivante : Dans un tube en U traversé par de l'eau, celle-ci aura le même niveau des deux côtés. Toutefois, l'eau en mouvement perd en énergie à cause du frottement sur les canalisations en fonte. Cela provoque des pertes de charges qui se traduisent par une hauteur de l'eau différente d'un côté à l'autre d'une vallée. Il est donc aussi difficile d'employer trop de siphons à la place des ponts, car la gestion de la pente est primordiale et certains siphons de Belgrand perdent ainsi plusieurs dizaines de centimètres d'un côté à l'autre. Ils restent toutefois bien plus économiques à construire. Ces siphons peuvent simplement suivre la pente puis remonter, ou suivre la pente partiellement puis s'associer à un pont pour traverser des rivières, puis remonter ensuite. Selon Belgrand, bien que les romains connaissent les siphons, ils les évitaient car leurs canalisations ne supportaient que très mal les pressions induites à cause des soudures de pauvre qualité. Selon lui, c'est la raison pour laquelle les romains préféraient les longs détours et la construction de pont-aqueducs monumentaux qui étaient plus économiques sur le long terme.⁴¹

Dans l'Antiquité, la construction d'un aqueduc n'est pas entreprise pour une raison économique mais pour la salubrité de la ville. Frontin explique la mission de l'aqueduc comme suit : « il se fera sentir davantage sur l'hygiène de la ville grâce à l'augmentation du nombre des châteaux d'eau, des travaux d'adduction, des fontaines monumentales et des bassins publics... Même les eaux d'écoulement ne restent pas oisives ; les causes du mauvais air sont enlevées, l'aspect des rues est propre, l'atmosphère plus pure et cet air, qui, du temps des Anciens, donna toujours mauvaise réputation à la ville, a été chassé ».⁴² Une autre raison fondamentale qui pousse à la construction de ces infrastructures est d'ordre esthétique et politique. En effet, la construction d'un tel ouvrage étant extrêmement chère, une telle entreprise démontre la puissance de son propriétaire, un empereur généralement. C'est un ouvrage de nature urbaine mais dont le tracé guidé avec des voies permet aussi d'organiser le territoire rural.⁴³

41 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 2 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 76

42 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité ». Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020. <https://www-universalis-edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedie/aqueducs-antiquite/>

43 Ibid

TRACÉ DE L'AQUEDUC DE LA VANNE

Fig. 12. Ci-contre
Carte du tracé de
l'aqueduc de la Vanne
, son lien à l'eau et au
terrain

Maintenant que nous sommes familiarisés avec les principes qui régissent les aqueducs, nous allons nous intéresser plus en détail aux travaux de Belgrand.

En 1860, à la suite de l'extension du périmètre de la capitale et de la création de nouveaux arrondissements à Paris, l'ingénieur choisit les sources les plus élevées, de la Dhuis, du Verdon et du Surmulin à l'est, pour distribuer urgemment l'eau dans les hauteurs de Paris (à Belleville et Ménilmontant) avec un dénivelé de 20 m. Ce premier aqueduc, nommé de la Dhuis, est construit en seulement 2 ans, un exploit pour l'époque, de 1863 à 1865. Il est composé de maçonnerie, de voûtes et est enseveli sur la totalité de son cheminement à la différence de l'aqueduc de la Vanne. De plus, il se différencie aussi par son profil ovoïde, qui est adapté à la qualité du sol et facilite la progression des équipes pour l'entretien lorsque l'infrastructure est mise en « chômage ».⁴⁴ La maçonnerie est composée de moellons et de meulières liés par un mortier de ciment, ce qui est plus économique que la chaux. Cela permet des murs plus fins, ainsi qu'une prise rapide permettant un cintrement et un décintrement plus aisé. L'arrivée de cette eau d'une qualité nouvelle pour la population entraîne un délaissement des eaux pompées des rivières et des fleuves au profit des eaux de sources et le démarrage de la construction du chef d'oeuvre de Belgrand, l'aqueduc de la Vanne. Aujourd'hui, l'aqueduc de la Dhuis est toutefois inutile pour la capitale et uniquement utilisé partiellement par Disneyland à hauteur de 10 000 m³ d'eau par jour.⁴⁵

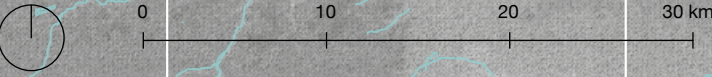
En 1865, Belgrand finit d'établir le tracé de l'aqueduc de la Vanne en ayant sélectionné les sources qui se sont montrées les plus riches et les plus résistantes aux sécheresses de 1857. Le but de cette dérivation est de fournir en eau potable les arrondissements de Paris situés en basse altitude. Le réservoir se situe au sud, dans le 14^{ème} arrondissement, sur la colline de Montsouris à une altitude de 85 mètres. L'eau part des sources d'Armentières à une altitude de 116 mètres. Le canal maintient une pente constante de 13 cm au km entre les sources hautes d'Armentières et de la Bouillarde, jusqu'à la vallée de l'Orge, puis de 10 cm au km jusqu'à Paris. Il se présente sous sa forme d'aqueduc collecteur, c'est-à-dire qu'il mesure de 1,70 m à 1,80 m jusqu'au moment où il capte les eaux des sources basses. Les terrains et constructions sont rachetés massivement par la capitale avant que les locaux n'apprennent l'existence du projet de la dérivation, afin d'éviter des prix excessifs ou des protestations qui pourraient condamner le projet comme lors de leur tentative de la

44 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 282

45 Picon, Guillaume; Les patrimoines de l'eau; Paris: Editions du patrimoine; Centre des monuments nationaux; 2019; p. 48

TRACE DE L'AQUEDUC DE LA VANNE, LIEN AU
TERRAIN ET A L'EAU

- Aqueduc de la Vanne (1874)
- Tracé partagé avec l'aqueduc du Loing (1900)
- Aqueduc et dérivation secondaire (de la Vanne)
- Source:
 - 0. Sources hautes (d'Armentières et Bouillards; 1874)
 - 1. Source de Cerilly (1879)
 - 2. Sources basses (de Gaudin, de Chigy, du Maroy, la source de Saint-Philbert et de Theil; 1879)
 - 3. Sources de Cochepies (1885)
 - 4. Sources de Vals de Yonne (1936)
 - 5. Sources de Vals de Seine (1955)
- Réservoir:
 - I. Réservoir de Montsouris
 - II. Réservoir de l'Haÿ-la-Rose
- Haute altitude
- Hydrographie
- X [m³/j] Débit des sources
- X [m³/j] Débit dans l'aqueduc principal



I
II
144 000 [m³/j] (pertes comprises)

160 000 [m³/j]
60 000 [m³/j]
5

155 000 [m³/j]

55 000 [m³/j]
4

100 000 [m³/j]
42 000 [m³/j]
2
24 000 [m³/j]
3

38 000 [m³/j]
0
16 000 [m³/j]
1

dérivation de la Somme-Soude. Les tracés notariaux des milliers d'actes de propriétés générés ont d'ailleurs poussé à dévier légèrement le tracé de l'aqueduc sur des propriétés déjà possédées par l'empire.

Le canal de la dérivation suit d'abord la rive gauche de la Vanne. C'est à Flacy (sur la carte à droite, à l'intersection des premiers embranchements de l'aqueduc) qu'il reçoit un aqueduc secondaire qui ramène l'eau des captages de Cerilly (sur la carte, source n°1). Dès 1869, une dérivation secondaire canalise des sources basses (sur la carte, source n°2), des usines pompent l'eau des sources, et la ramène vers Malay-le-Petit (près de l'intersection entre le canal principal de l'aqueduc et celui des secondaires), où une roue actionnée par la Vanne relève, depuis plus de 140 ans, grâce à 4 pompes à pistons, l'eau vers l'aqueduc principal. Belgrand, pour récupérer l'eau dans le sol qui handicapait la construction de l'aqueduc entre Armentières et Flacy, a doublé celui-ci d'un drain. Cette eau est ensuite remontée à l'aide d'une pompe à la rencontre de l'aqueduc secondaire. Un aqueduc secondaire de plus conduit l'eau de la source de Cochebies et l'eau est ensuite remontée à l'aqueduc par l'usine de Maillot (sur la carte à droite, à l'intersection des troisièmes embranchements de l'aqueduc). Il est à noter que les différentes usines sont en fait d'anciens moulins reconvertis qui ont perduré jusqu'à aujourd'hui. Le conduit passe après cela à travers différents grands ouvrages. A la fin du 19^{ème}, il y a 8 sources qui sont exploitées par la capitale. La partie la plus difficile se situe dans la forêt de Fontainebleau (après les sources n°5 de la carte dans les parties où la topographie est la plus élevée). Le sol composé de sable instable et de blocs de grès sur le passage des tunnels fait du tracé de l'aqueduc et des travaux, des éléments très délicats et aléatoires. C'est au niveau de Fontainebleau que plus tard le tracé de l'aqueduc du Loing (1900) rejoint celui de la Vanne pour le suivre et emprunter au besoin les mêmes têtes de siphon jusqu'à Arcueil (voir carte d'analyse urbaine p. 36) où ils se séparent. L'aqueduc de la Vanne traverse la vallée de la Bièvre sous la forme d'un pont-aqueduc monumental sur l'ancien aqueduc de Médicis et celui du Loing sous la forme d'un siphon et d'un petit pont plus au sud à Cachan. Ensuite, les deux aqueducs se rejoignent à nouveau pour amener leur eau aux réservoirs de la Haÿ-les-Roses et de Montsouris (voir carte p. 27).⁴⁶ Dans l'ensemble, le canal de Belgrand traverse quelques dizaines de vallées et vallons, celles de l'Yonne, du Loing, de l'Essonne, de l'Orge et de la Bièvre étant les plus importantes, ce qui se traduit par une longueur de 31 kilomètres de l'aqueduc. Le siphon s'impose sur les vallées les plus longues, parfois sur des arcades comme dans la vallée de l'Yonne.

Nous allons également faire un dernier commentaire sur les recherches archéologiques générées par la construction de l'aqueduc. Dès le

46 En annexe, interview avec le responsable du Pôle Politique Patrimoniale et Gestion des Biens, Jean-Louis Clervil

début des travaux, Belgrand est grandement intéressé par les restes d'aqueducs romains qui se situaient souvent à proximité des sources qu'il a repérées, comme à Sens ou Arcueil. Cela lui a ainsi permis de produire de précieuses cartes qui estimaient le potentiel tracé de ces anciens aqueducs. Il a aussi profité des chantiers pour excaver ces terrains et poursuivre ses recherches sur les aqueducs. Il a fait d'autres découvertes archéologiques plus accidentelles, comme dans la forêt Fontainebleau, lors des percées pour les tunnels. En effet, ils y ont découvert des fossiles, le plus impressionnant étant le crâne d'un *megaceros hibernicus*, qui ont été ensuite donnés au musée le plus proche.

La construction de l'ouvrage fut conduite principalement par Belgrand, mais aussi avec l'aide d'autres ingénieurs : Eugène Vallée, Charles Huet, Edmond Humblot et Louis Buffet.

Concernant le choix des matériaux, nous reprendrons les mots de l'ingénieur en chef Belgrand: «En général, on s'est servi, pour les maçonneries, des matériaux qu'on trouvait sur place dans le pays. Ainsi, depuis l'origine du tracé jusqu'à la limite du terrain crétacé, les maçonneries des parties couvertes de l'aqueduc ont été faites en silex de la craie avec mortier de ciment ; entre cette limite du terrain crétacé et le Loing, on a fait usage du béton aggloméré, système Coignet, avec sable de rivière, seule matière qu'on avait sous la main. Depuis le Loing jusqu'aux arcades de Chevannes, les seuls matériaux disponibles étaient les grès tendres et le sablon fin de Fontainebleau. Il a été reconnu que les enduits ne tenaient pas sur les grès. L'aqueduc a donc été fait en béton aggloméré avec le sablon ».⁴⁷ Nous ajouterons à ça, les moellons de meulières utilisés massivement entre Arcueil et Courcouronnes (voir cartes des émergences majeures et dessins des types exemplaires p. 33-36). Il faut ajouter aux remarques de Belgrand son regard critique vis-à-vis de l'esthétique du béton de Coignet.⁴⁸ Le béton a en effet un aspect d'enduit, sans joint ou saillie, qui n'est selon lui pas honnête vis-à-vis de sa méthode de construction et ne semble pas autant solide que les constructions en maçonnerie traditionnelles. Il a ainsi décidé de rompre le rythme de arcades en béton avec des contreforts, notamment afin de rassurer l'observateur sur la solidité de l'ouvrage, mais aussi pour donner un aspect moins monotone à l'aqueduc. Les éléments de fontaineries métalliques étaient à l'origine en fonte et plomb, et il est à noter que les dépôts minéraux de l'eau ont permis d'éviter que l'eau ne soit trop polluée par certains éléments toxiques tels que le plomb.

Sur l'esthétique de l'aqueduc, Belgrand est très clair : ils n'ont jamais

47 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 229

48 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 282

recherché un caractère riche avec une symbolique ornementale proche de l'eau.⁴⁹ Le prix de l'aqueduc devait rester le plus bas possible, ce qui explique la construction à base de matériaux locaux. Les évidements, qui aujourd'hui peuvent paraître ornementaux, n'étaient effectués que pour l'économie de matériaux ou encore pour effectuer des vidanges de l'aqueduc comme c'est le cas à Fontainebleau. L'ingénieur considère qu'un aqueduc n'est vu que de loin et qu'il ne nécessite donc pas d'intérêt ornemental. Même à Arcueil, lorsque le nouveau pont chevauche l'aqueduc de Médicis en pierre de taille et richement orné, Belgrand commente que la seule taille de son ajout lui permet de n'être « pas plus mal » que son socle.⁵⁰

L'aqueduc, bien que préservé selon les techniques d'origine, a évolué. Des champs captants sont construits dans les Vals d'Yonne au début du 20^{ème} siècle, où l'eau est pompée dans des puits puis remontée jusqu'à l'infrastructure. Ces nouveaux champs ont augmenté progressivement le débit de 100 000 m³/j à 144 000 m³/j. Ces nouvelles sources sont toutefois des réserves d'appoint qui peuvent être éteintes ou allumées. Un autre champ captant est construit en 1955 près d'une boucle de la Seine, pouvant être un ajout potentiel de 50 000 m³/j. Les conduites enduites de ciment à l'intérieur pour faciliter le passage de l'eau ont subi de nombreuses campagnes de nouvelles injections de coulis de ciment, les joints en plomb ont été remplacés et 30 kilomètres d'arcades ont été rénovés notamment à Courcouronnes et Ris-Orangis. Les usines ont préservé une partie de leurs mécaniques qui sont devenues des éléments de patrimoine mais se sont modernisées.

D'un point de vue structurel, les aqueducs du 19^{ème} siècle ont souffert des mêmes problèmes que les constructions antiques. En effet, les ouvrages en plein cintre nécessitent que l'arc soit très épais ou que la maçonnerie de remplage pousse horizontalement l'arc. L'aqueduc de la Vanne a ponctuellement subi des épaississements de ses arcs et le remplissage des évidements entre les arcs pour limiter les fissures possibles, comme à Courcouronnes, Ris-Orangis, Chigy ou Fontainebleau.

BILAN

Le bilan en 1875 montre que de 120 000 m³/jour, la production d'eau potable est passée à 365 000 m³/jour pour 2 millions de parisiens. Une population quasiment équivalente à celle d'aujourd'hui dont les besoins

Fig. 13. Ci-contre
Schéma des zones de
protection de l'aqueduc
de la Vanne

49 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 200

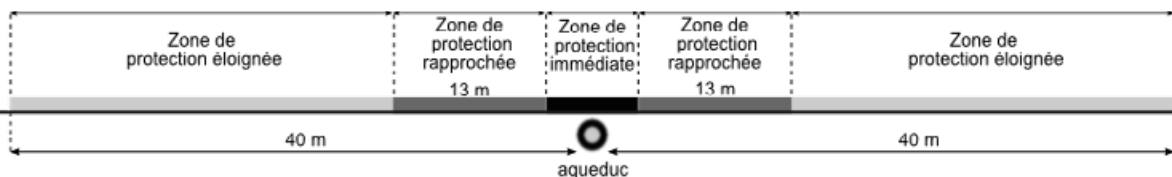
50 Belgrand, Eugène ; Les travaux souterrains de Paris; Tome 4 / par M. Belgrand; Dunod ; Paris; 1872; p. 227-29

atteignaient 120 litres d'eau de rivière par jour et 62 litres d'eau de source à la différence des 120 litres d'eau potable consommés aujourd'hui. L'eau de l'aqueduc de la Vanne représentait alors un tiers des besoins en eau potable de la capitale. De nos jours, l'aqueduc peut fonctionner au maximum de son potentiel en termes de débit (environ 144 000 m³/jour à Paris) grâce à ses dérivations secondaires dans des champs captants pouvant être mises en marche selon les besoins. Ces eaux permettent d'assurer un service stable malgré l'instabilité saisonnière des sources du 19^{ème} siècle et compensent une partie des pertes en eau dues aux canalisations maçonneries. Le service des eaux développé par Belgrand et Haussmann gère 1270 hectares de terrain hors de la capitale. Une part de ces terrains est notamment dédiée à la protection des eaux transportées par l'aqueduc. En effet, l'aqueduc de la Vanne, de par la nature des matériaux employés pour sa construction, est sensible aux infiltrations et pollutions dans le terrain. Ceci a un impact direct sur le type de construction et la gestion du sol à proximité de l'aqueduc. Dans les régions rurales par exemple, seule l'agriculture biologique est tolérée à proximité du canal. Nous pouvons distinguer de manière plus précise 3 zones : celles de protection immédiate, de protection rapprochée et de protection éloignée.⁵¹

Dans la zone de protection immédiate, à l'exception des bâtiments dédiés à l'aqueduc et à son fonctionnement, il est interdit d'effectuer toute construction. Après autorisation, les routes peuvent traverser la zone. En milieu urbain, ces espaces sont généralement aménagés pour la marche ou avec une ligne de différentes espèces végétales près de l'aqueduc, tel qu'en Essonne dans la région de Ris-Orangis. Dans les milieux plus boisés, l'aqueduc se démarque par les percées et les espèces végétales beaucoup plus courtes.

Dans la zone de protection rapprochée, il est interdit de construire à proximité de l'aqueduc et d'utiliser des équipements sanitaires, des objets ou de déposer des matériaux susceptibles de contaminer le sol. Il est toutefois possible de construire des trottoirs étanches, et certaines conduites parallèles à celle de l'eau sont tolérées.

Dans la zone de protection éloignée, il est interdit de placer des équipements sanitaire ou des excavations, de creuser des carrières, de construire des décharges et des dépôts d'objets ou de matériaux susceptibles de contaminer le sol. Il est possible d'y stocker des liquides ou des gaz ménagers, de stationner des véhicules si l'étanchéité du sol est garantie.



51

« Protection Sanitaire des Aqueducs de la Ville de Paris » [PDF], sur le site internet de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Bourgogne (consulté le 1 juin 2020)

LONGUEUR

Type	Longueur développée [m]
Parties en tranchée ou supportées par des substructions	93 000
Siphons	21 500
Parties voûtées en souterrains	41 900
Parties supportées par des arcades	16 600
TOTAUX	173 000
<i>Variante de subdivision</i>	
Aqueducs secondaires de dimensions variées selon le débit	16 223
Aqueduc collecteur circulaire de 1,7 m ou 1,8 de diamètre	20 386
Aqueduc principal de 2 m à 2,1 m de diamètre	136 391

REGARDS

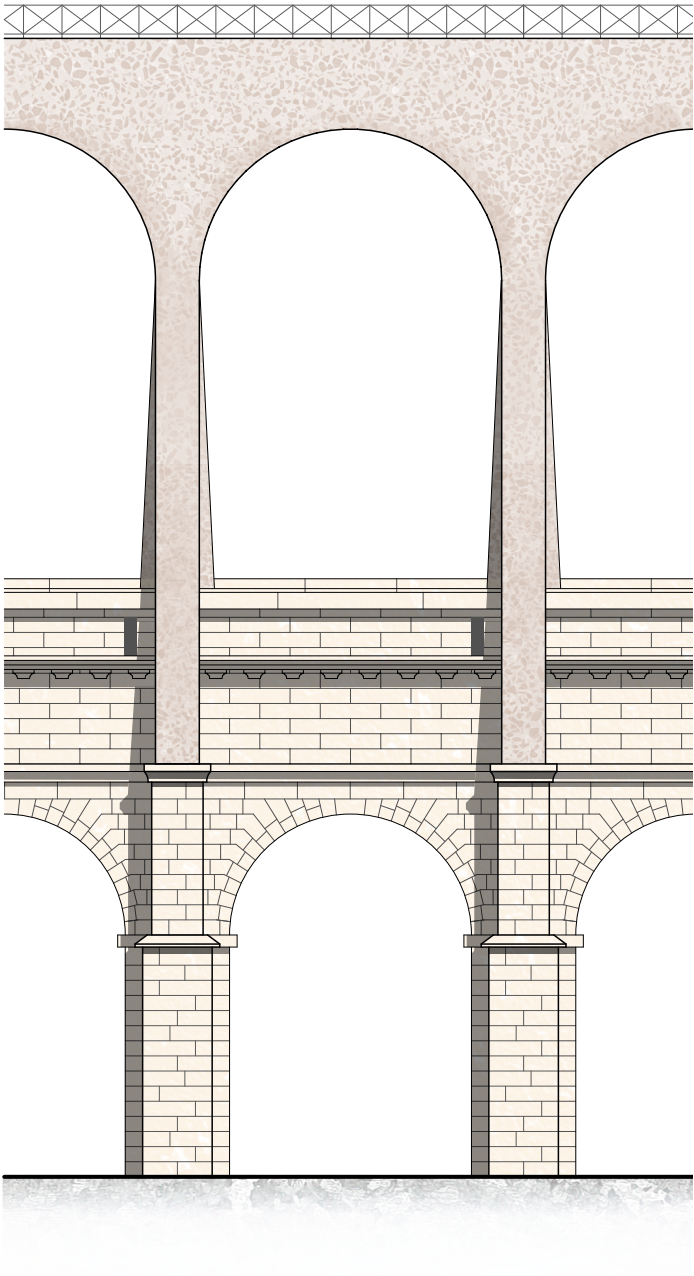
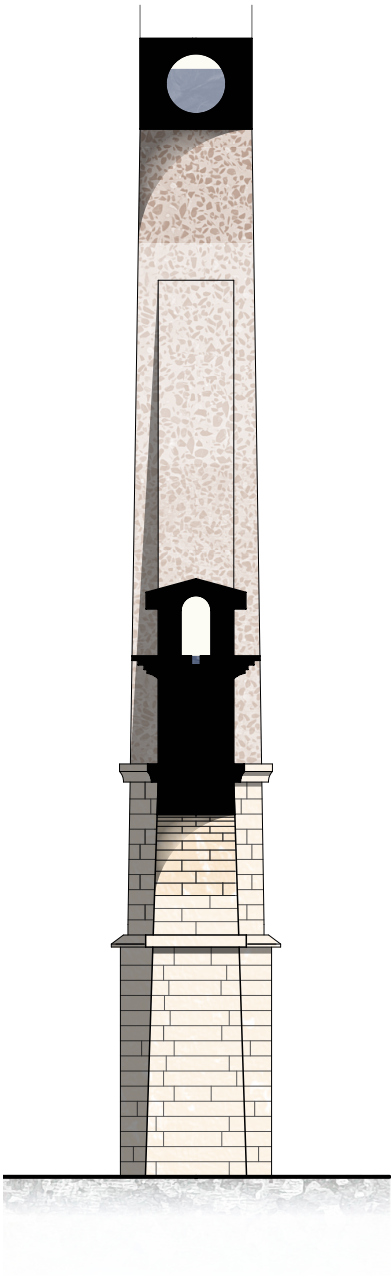
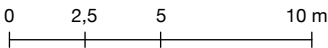
Type	Nombre
Grands regards	34
Puits-regards	44
Petits regards	188
TOTAUX	266

DÉBITS MAXIMUM

Désignation	Débit [m³/j]
Sources basses	42 000
Sources hautes de la Bouillardes et d'Armentière	38 000
Source haute de Cerilly	16 000
Sources de Cochepies	24 000
Sources de Vals d'Yonne (champs captant)	55 000
Sources de Seine (champs captant)	60 000
DÉBIT POTENTIEL MAXIMUM DE L'AQUEDUC	160 000
DÉBIT EN AVAL, PERTE COMPRISE (10%)	144 000

Fig. 14.
Tableaux descriptifs de
l'aqueduc de la Vanne
(tableaux détaillés en
annexe)

Fig. 15.
Module d'arcade du Pont-aqueduc
d'Arcueil; construction en pierre meu-
lière et mortier; module adapté à celui
de l'aqueduc préexistant en pierre de
taille



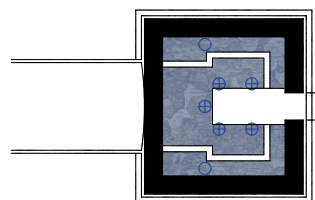
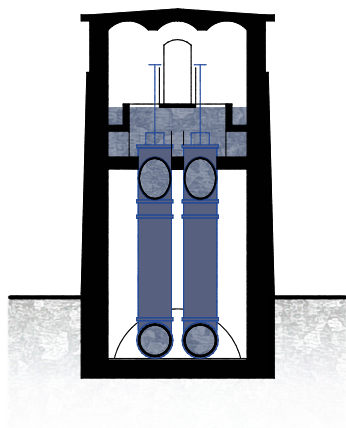
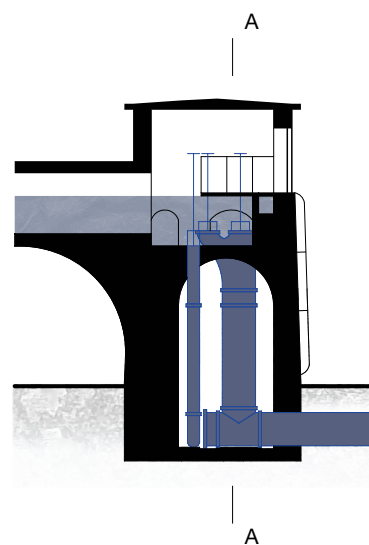
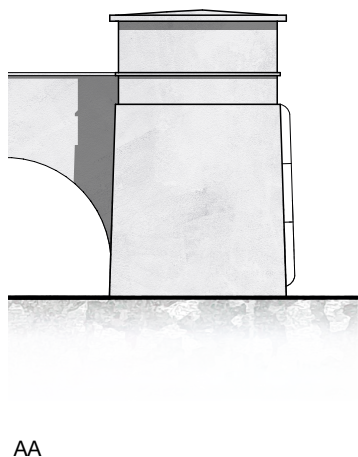


Fig. 16. Ci-dessus
Tête de siphon des arcades de Moret-sur-Loing; construction en béton avec la méthode Coignet et canalisation en fonte

Fig. 17. Ci-dessus
Arcades de Courcouronnes et Ris-Orangis; construction en pierre et mortier; remplissage des arcades datant du 20^{ème} siècle

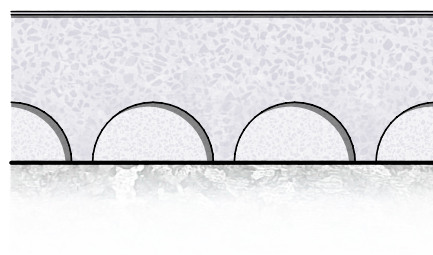
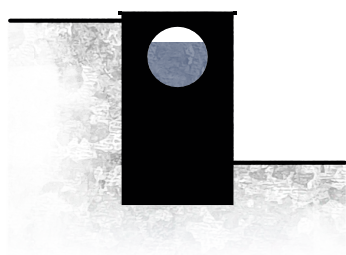


Fig. 18. Ci-dessous

Pont-siphon de la vallée de l'Yonne; construction en béton aggloméré et canalisation en fonte (découvertes depuis les derniers travaux d'entretien)

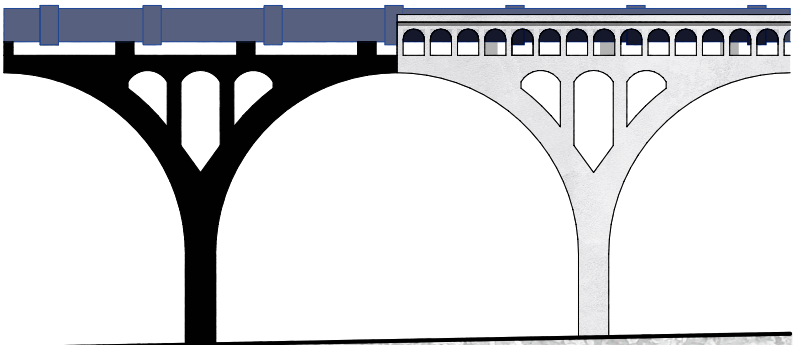
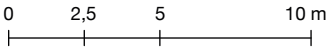
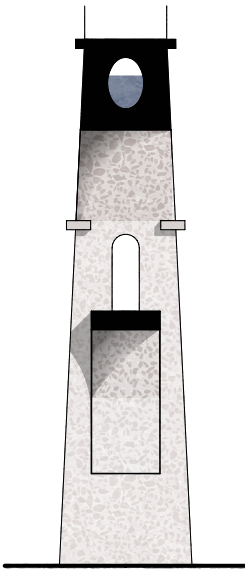
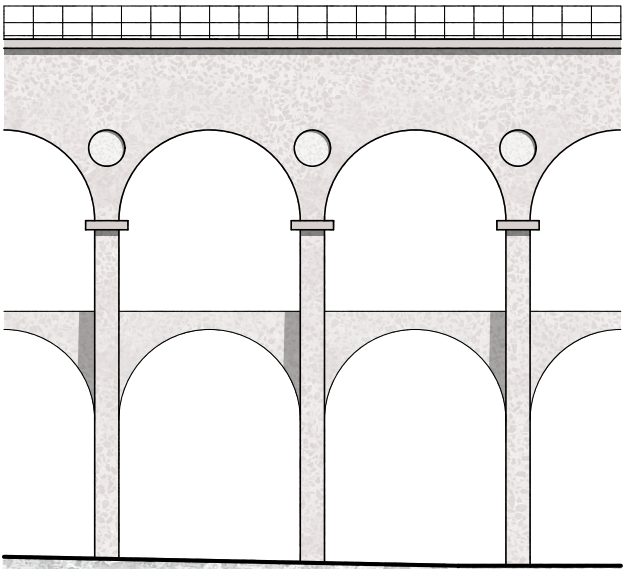


Fig. 19. Ci-dessous

Pont-aqueduc de Pont-sur-Yonne; construction en pierre et mortier; remplissage des vides décharges datant du 20^{ème} siècle; passerelle de contre-ventement et chapiteau facilitant la construction des voûte avec un cintre



Aujourd'hui, l'aqueduc de la Vanne traverse des territoires dont le tissu bâti s'est développé jusqu'à rencontrer le tracé de l'aqueduc. Le rôle utilitaire primordial de l'aqueduc fait de celui-ci ce qui semble être un invariable à prendre en compte dans le développement des villes. Dans ce travail, nous avons alors défini des sites de villes dont la construction se confronte directement à l'infrastructure de Belgrand dans sa forme d'objet urbain avec une volumétrie remarquable. Ces émergences de l'aqueduc sont dites majeures, elles font abstraction des nombreux regards et siphons qui apparaissent ponctuellement dans le tracé de la machine hydraulique sous de faibles dimensions à la différence des arcades, des pont-aqueducs et pont-siphons. Les villes choisies, Arcueil, Cachan, Courcouronnes et Pont-sur-Yonne paraissent se justifier par elles-mêmes sur la carte. Néanmoins un commentaire est nécessaire pour le cas de Ris-Orangis (émergence n°4 sur la carte, fig. 20, page suivante) et l'exclusion des cas de Moret-sur-Loing (émergence n°2 sur la carte) et des arcades de Chevannes (émergence n°4 sur la carte). L'émergence de l'aqueduc à Ris-Orangis se situe dans sa périphérie, toutefois le développement de grandes infrastructures telles qu'un hippodrome est intéressant en prenant en compte la longueur extraordinaire de l'émergence à cet endroit. Le cas de Chevannes a lui été exclu par le manque de proximité direct de villes, mais aussi le manque apparent de projets de développement dans cette région. Enfin, le cas de Moret-sur-Loing a été exclu après une étude préliminaire des zones où reposent l'aqueduc dans sa partie émergée. En effet, bien que proche du centre historique, ce sont des zones protégées pour leur biodiversité qui cachent l'aqueduc, et qui empêchent aussi le développement de bâti. Pour l'analyse urbaine des 4 sites sélectionnés, nous procéderons d'abord à une observation du développement historique des villes. Cette analyse s'étendra depuis la construction de l'aqueduc de la Vanne jusqu'à aujourd'hui afin de déterminer s'il y a une influence sur le développement historique des villes et afin d'appréhender celles-ci au mieux pour le développement d'un projet. De la même manière que l'affirmait Aldo Rossi, c'est en référence à l'histoire des villes que l'on opère aujourd'hui⁵².

Pour conforter nos hypothèses et orienter nos recherches sur l'influence urbaine possible de l'aqueduc, nous nous baserons sur les dires de différents théoriciens et architectes. Le premier et celui auquel nous ferons le plus référence sera Aldo Rossi (3 Mai 1931– 4 Septembre 1997) qui a notamment écrit *L'architecture de la ville*. Ce livre nous offre un indice

52 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; *L'architecture de la ville*; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.7

TRACE DE L'AQUEDUC DE LA VANNE
ET RELATION AU BÂTI

- Bâti
- Aqueduc de la Vanne (1874)
- Tracé partagé avec l'aqueduc du Loing (1900)
- Aqueduc et dérivation secondaire:
 - I. Dérivation secondaire des sources de Vals de Seine (1955)
 - II. Dérivation secondaire des sources de Vals d'Yonne (1935)
 - III. Aqueduc de Cochepies (1885)
 - IV. Dérivation secondaire des sources basses (1879)
 - V. Aqueduc de Cerilly (1879)
- Emergence majeure de l'aqueduc de la Vanne:
 - 1. Arcades d'Arcueil-Cachan
 - 2. Arcades de Ris-Orangis
 - 3. Arcades de Courcouronnes
 - 4. Arcades de Chevannes
 - 5. Arcades de la route d'Orléans
 - 6. Arcades de la route de Nemours
 - 7. Arcades du Grand-Maître
 - 8. Arcades de Sablon
 - 9. Siphon de Moret-sur-Loing
 - 10. Arcades de Fresnes
 - 11. Siphon de Villemannoche
 - 12. Arcades de Pont-sur-Yonne
 - 13. Siphon et arcades de la vallée de l'Yonne
 - 14. Arcades de Cuy
 - 15. Siphon et arcades de Soucy
 - 16. Siphon et arcades de Saligny
 - 17. Arcades de Beauregard
 - 18. Arcades de la Poste de Theil
 - 19. Arcades de Pont-sur-Vanne
 - 20. Arcades de Chigy
 - 21. Arcades de Monteaudouard
- Site d'étude
- Haute altitude

NB: les mots aqueduc et dérivation sont synonymes. Toutefois, certaines dérivations ont des noms propres.



0 10 20 30 km

sur la lecture des villes européennes dont l'histoire est l'un des points fondamentaux de leur développement. L'ouvrage est dans ces propos volontairement ambigu. Il ne cherche pas à donner des « recettes » et reste ouvert à différentes interprétations.

Un concept que nous vérifierons est celui de l'élément premier. Ce concept sera repris systématiquement dans chacune des analyses comme point de départ. Pour définir ce terme, Aldo Rossi a déclaré : « Les éléments premiers ont une évidence absolue ; ils se distinguent par leur forme et, dans une certaine mesure, par leur caractère d'exception dans le tissu urbain. Ils sont caractérisants. Prenez le plan d'une ville et considérez une de ses parties : ces formes qui ressortent, comme des tâches noires, vous sautent aux yeux. C'est également en ce sens que je parle d'éléments premiers [...] ». ⁵³ Cette définition est toutefois réductrice. L'auteur italien semble lui-même être en difficulté dans une définition simple de ce concept qu'il considère comme difficile. Il affirme toutefois clairement que ces éléments jouent un rôle permanent dans le développement des villes dans le temps. De plus, ils ont un caractère public, c'est-à-dire qu'ils sont construits par une collectivité pour une collectivité. Cette nature du collectif est, pour l'auteur, le début et la finalité de la construction de la ville, de l'urbain. Il poursuit en affirmant que les édifices historiques sont des faits urbains premiers. Bien qu'ayant leurs fonctions propres qui varient au cours du temps, ces éléments premiers gardent une valeur spatiale particulière qui leur permet de devenir générateurs de forme. Ainsi, les monuments sont par essence tous des éléments premiers. Ce concept nous intéresse particulièrement car l'auteur les décrit comme des catalyseurs urbanistiques, c'est-à-dire qu'ils peuvent caractériser le développement d'une ville. ⁵⁴ Nous verrons si cela peut se vérifier pour les sites d'étude de ce travail. Pour appuyer ce concept, nous nous intéresserons aussi bien aux écrits sur la monumentalité de Françoise Choay que de Rem Koolhaas, mais également à des théories urbaines comme celles de Collage city. Et enfin nous porterons notre attention sur les écrits de Piranesi sur ce type d'ouvrage et sur la notion de grandeur qui l'a fasciné et qui, plus tard, a été définie par le philosophe Edmund Burke.

Fig. 21. Ci-contre
Orthophotos
des sites choisis
et tracé de l'aqueduc
de la Vanne

53 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; L'architecture de la ville; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.124

54 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; L'architecture de la ville; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.105-111



Arcueil (au nord) et Cachan (au sud)



Ris-Orangis



Courcouronnes



Pont-sur-Yonne

ARCUEIL ET CACHAN HISTORIQUE DE LA RÉGION

Fig. 22. Ci-contre
Orthophoto
d'Arcueil et tracé de
l'aqueduc de la Vanne
et du Loing

En raison de leur relief et de leur situation géographique, Arcueil (au nord) et Cachan (au sud) ont été des territoires propices aux activités agricoles : les Gaulois y prospéraient autrefois. Ils y vivaient de la culture céréalière et du commerce. Après la fin de la guerre de Gaule, Arcueil et son hameau deviennent romains. Le trait distinctif de cette période est le premier pont-aqueduc qui permet aux eaux de traverser la vallée de la Bièvre pour rejoindre Paris, anciennement « Lutèce ». Le nom d'Arcueil, « Arcoloi », serait à l'origine des arcades du premier aqueduc caractéristique de la région. Cela signifie « clairière des arcs ».⁵⁵

Dès le 9^{ème} siècle, la région d'Arcueil et de Cachan ne cesse de se développer grâce à la culture de céréales et à la production de vin de la paroisse. Au 15^{ème} siècle, à la fin de la guerre de Cent Ans, avec la restauration de la capitale et le rétablissement de la paix, la proximité d'Arcueil et du hameau séduit les parisiens qui préfèrent le cadre de vie d'Arcueil et Cachan au cadre de vie de la capitale. Au 12^{ème} siècle, un nouvel aqueduc dit « de Médicis » fut construit le long de l'ancien aqueduc romain pour alimenter en eau les fontaines de Paris et le Palais du Luxembourg par Marie de Médicis en 1612.⁵⁶

A la fin du 18^{ème} siècle, du fait de la proximité de la Bièvre et des mesures d'assainissement de la Seine à Paris, de nouvelles activités de teinturerie, de blanchisserie et de production de toile apparaissent. Au 19^{ème} siècle, les industries liées à la rivière sont développées et les activités viticoles sont progressivement remplacées par des activités telles que la blanchisserie, la repassage, le laminage et le travail du cuir. En 1874, Belgrand construit un nouvel aqueduc pour transporter l'eau de Vanne jusqu'au réservoir de Montsouris à Paris. L'infrastructure devient alors l'image de l'identité d'Arcueil, sa construction montrant aussi l'une des activités de l'époque, l'extraction de pierre meulière.⁵⁷

Au début du 20^{ème} siècle, suite à l'industrialisation, les activités de blanchisserie ont rapidement diminué. Pendant cette période, des installations industrielles ont été construites près de la route d'Orléans, du chemin de fer et de la rivière : brasseries, usines (ammoniac, médicaments, capsules, vinaigre ...) et teintureries. Arcueil est devenu une petite ville. Son développement et celui de son hameau Cachan ont conduit à leur séparation.⁵⁸

55 « PLU2017_Diag_territorial » [PDF]; sur le site internet: <https://www.arcueil.fr/plu-en-vigueur/> (consulté le 20 avril 2020), p. 4

56 Ibid, p. 4-7

57 Ibid p. 20

58 « 1.Rapport_de_presentation_PLU CACHAN » [PDF]; sur le site internet:<https://www.ville-cachan.fr/ca-chan-pratique/logement-et-urbanisme/148-urbanisme/277-le-plu> (consulté le 25 avril 2020), p. 46



La première vague de 1930 déclenche l'urbanisation :

-Plusieurs bâtiments d'angle ont été spécialement construits près de l'axe principal de communication routière et ferroviaire. De même, plusieurs résidences pour personnes aisées ont été construites au cours de cette période.

-Au début de ce siècle, les anciennes propriétés à grande échelle ont été subdivisées pour permettre la construction d'un grand nombre de maisons de ville.

La deuxième vague d'urbanisation est liée à l'après-guerre, lorsque de grands logements collectifs sont construits.

Il y a, après la période des grands travaux de construction, des années 80 à nos jours, d'autres travaux de rénovation urbaine et de construction d'équipements municipaux.⁵⁹

Fig. 23. Ci-contre
Carte et historiographie
d'Arcueil (au Nord) et
Cachan (au Sud)

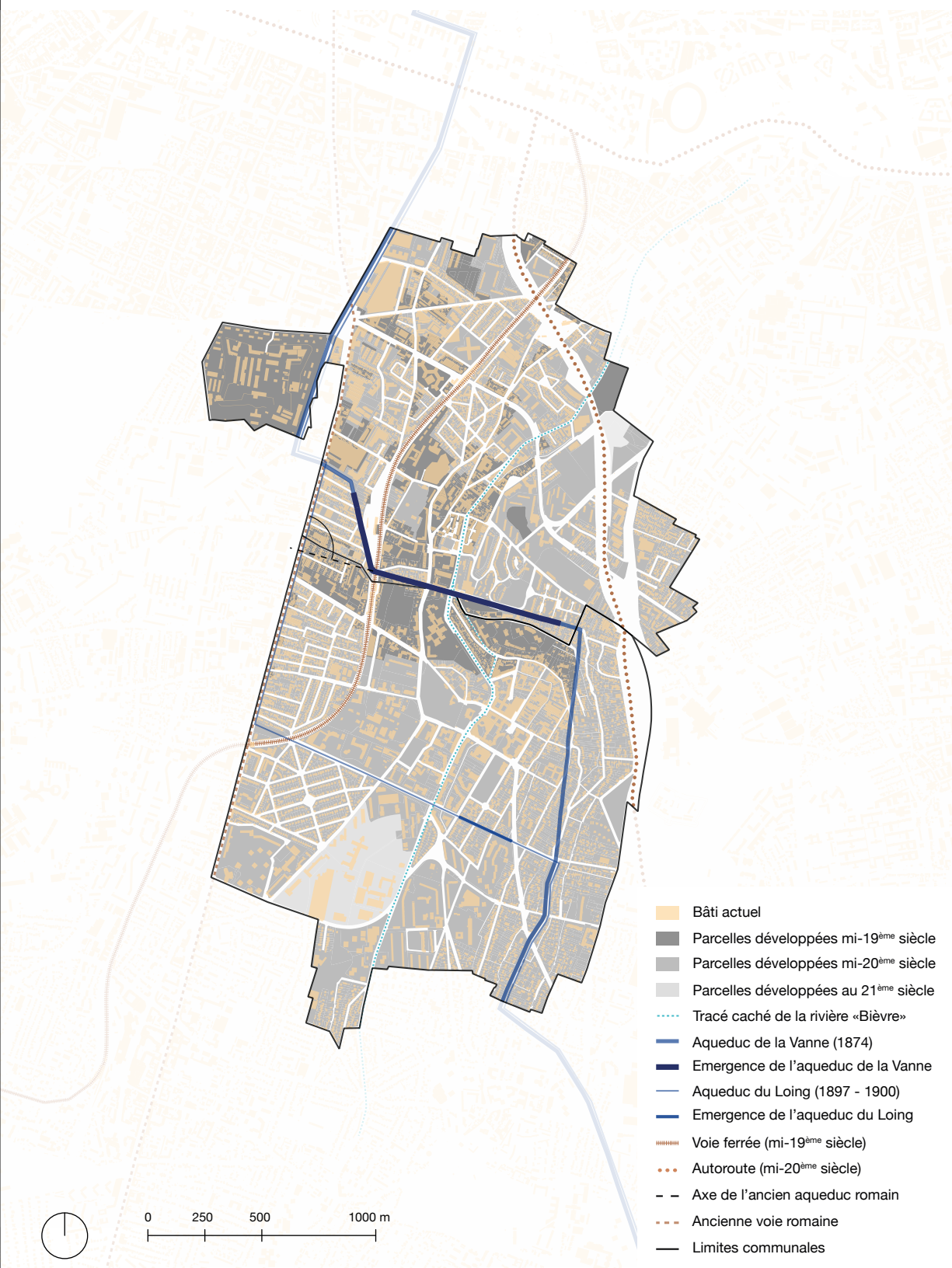
ANALYSE URBAINE ET IMPACT DE L'AQUEDUC

Pouvons-nous définir l'aqueduc de la Vanne dans les villes d'Arcueil et Cachan comme un élément premier ?

D'apparence, sur le plan de l'analyse historique, il apparaît clairement comme une forme d'exception, longue et d'aspect monumental. Nous pouvons aussi considérer qu'il revêt un caractère hautement collectif de par sa fonction. En effet, il apporte une part considérable de l'eau potable de la capitale française. Ensuite, de par son importance historique déjà primordiale pour ces villes, il peut d'ores et déjà être considéré comme un monument historique. Cette partie de l'aqueduc est d'ailleurs la seule à être inscrite au registre du patrimoine français. Quant à la question de la monumentalité, elle sera étudiée dans les pages suivantes. Toutefois, suite à ces quelques premières observations, il semble déjà assimilable à la définition des éléments premiers d'Aldo Rossi. Il reste à déterminer si l'aqueduc a, comme prédit par Rossi, eu un effet générateur de forme et a eu impact sur le tissu urbain.

Premièrement, l'aqueduc de la Vanne de par sa base (l'aqueduc de Médicis et la partie reprise partielle du tracé de l'aqueduc romain) est historiquement lié aux centres historiques des deux villes. Les ouvertures de ses arcades sont en effet des passages obligatoires pour toutes personnes et infrastructures. De plus, la rivière de la vallée, la Bièvre, est attractive dès les origines de ces villes pour l'agriculture et les industries. C'est toutefois, par hypothèse, le tracé des voies romaines,

59 « PLU2017_Diag_territorial » [PDF]; sur le site internet: <https://www.arcueil.fr/plu-en-vigueur/> (consulté le 20 avril 2020), p. 6



dont la période estimée de construction est analogue à celle des restes de l'aqueduc romain (dit de « Rungis »), qui est déterminant pour l'établissement des communautés. Nous pouvons démontrer ce tracé par l'orientation quasiment orthogonale (90,5°) des restes de l'aqueduc romain et de ceux de l'ancienne route d'Orléan. Cela semble confirmer le possible établissement des romains à proximité de l'aqueduc pour de probables raisons d'entretien du pont-aqueduc près de la Bièvre, conduisant au développement de ce qui devient plus tard Arcueil et Cachan. Il apparaît donc que l'infrastructure a eu indirectement un effet accélérateur sur le développement de ces deux villes. De même, lorsque les aqueducs de Médicis et de la Vanne ont été construits, de nombreux ouvriers sont venus exploiter les carrières et construire les aqueducs, et ils ont probablement contribué au développement des villes en s'y installant.

Deuxièmement, l'aqueduc de Belgrand est l'une des entrées et limite importantes des villes à proximité. Arcueil et Cachan sont limitées par les grandes infrastructures qui structurent aussi leur paysage : l'autoroute à l'est, l'aqueduc de la Vanne au milieu ainsi qu'au nord-ouest, et le tracé de l'ancienne voie romaine, la route d'Orléan, à l'ouest. L'infrastructure hydraulique est donc symboliquement très présente pour tous les visiteurs des deux villes, qui les assimilent en tant que villes « de l'aqueduc ».

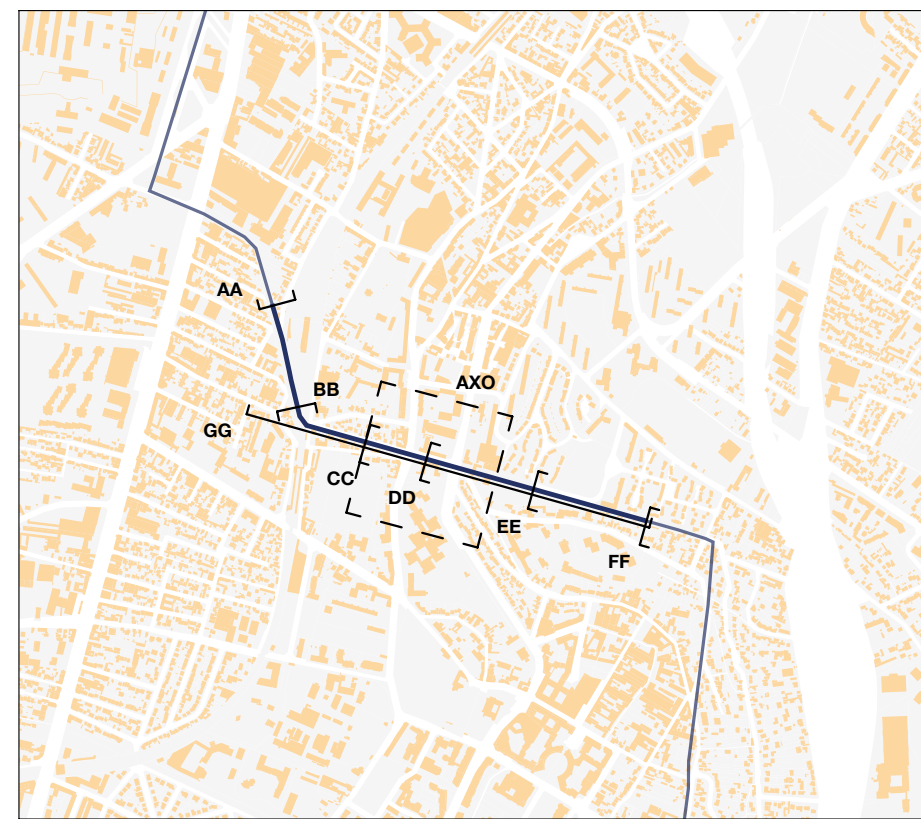
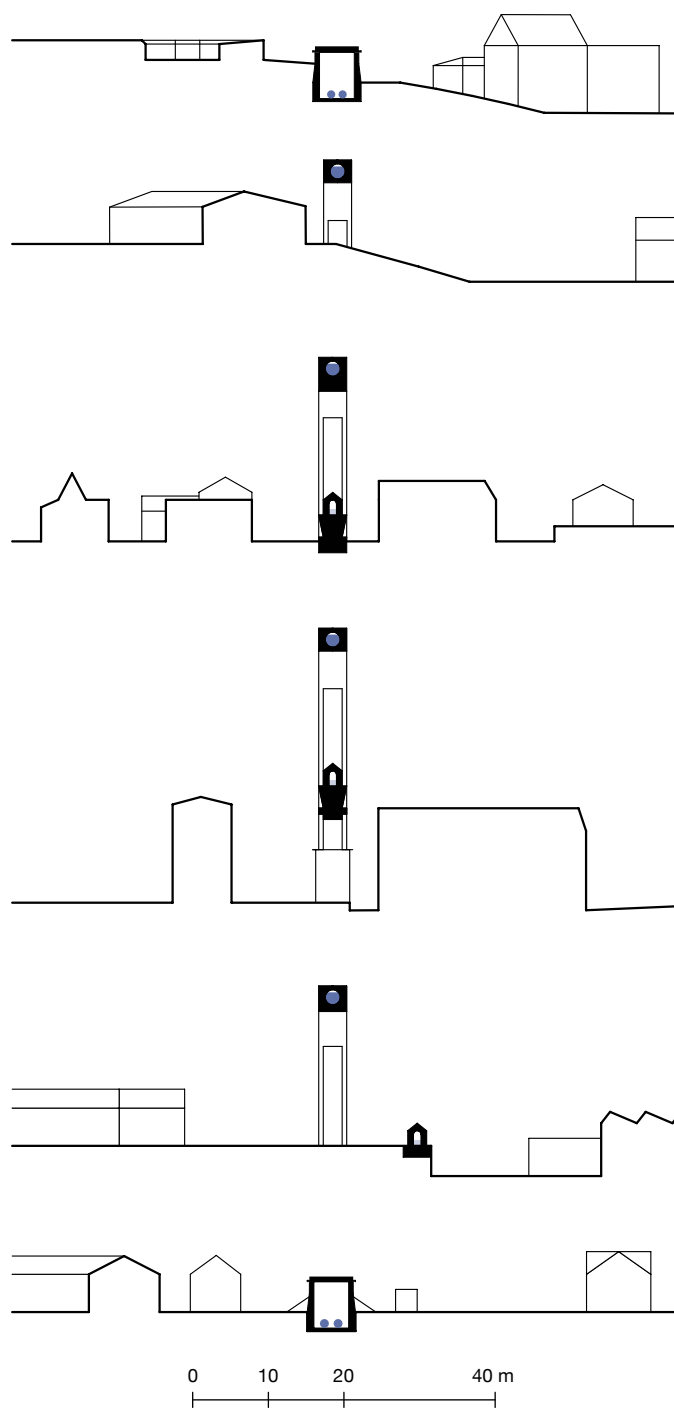
Troisièmement, nous pouvons relever un effet de densificateur urbain. L'aqueduc d'Arcueil et de Cachan, sous terre et sur terre, conduit souvent de par ses limites protégées à densifier son voisinage en évolution par effet de ceinture : A l'ouest, sur les coteaux, la région se retrouve cloisonnée par l'ancienne route romaine, l'aqueduc et la voie ferrée, au nord-ouest d'Arcueil par l'aqueduc et la voie ferrée, et au nord par le même chemin de fer, l'aqueduc et l'autoroute. Cet impact territorial important montre un rôle prépondérant des infrastructures dans le développement de ces villes.

Finalement, nous remarquons un effet « patchwork » des formes urbaines à proximité de l'aqueduc. Ces nombreuses entités hétérogènes résultent principalement des grandes périodes d'urbanisation des deux villes. Bernardo Secchi explique, dans un constat des villes contemporaines, que les caractéristiques physiques et sociales de celles-ci apparaissent paradoxales car ces villes sont le résultat de multiples acteurs.⁶⁰ Par conséquent, beaucoup des actions de ces divers décideurs se chevauchent, se mélangent et se contredisent. La spécificité du territoire d'Arcueil et de Cachan est l'aqueduc. Cet ouvrage dominant le territoire est source de tensions urbaines flagrantes (voir fig. 22. Coupes) qui selon A. Rossi deviennent génératrices de formes pour les villes.⁶¹ Il observe en effet que la tension des éléments urbains d'une ville devient

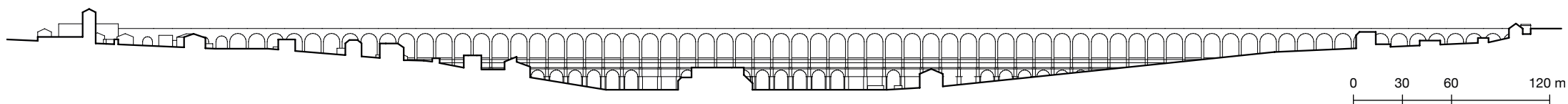
Fig. 24. Ci-contre Coupes urbaines sur le pont-aqueduc d'Arcueil et Cachan

60 Novarina Gilles; Bernardo Secchi ou les paradoxes de l'urbanisme; in: Revue Urbanisme; n°339; nov.-déc. 2004; p. 78-79

61 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; L'architecture de la ville; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.108-111



L'aqueduc de la Vanne domine le paysage dans la vallée. Le bâti environnant dans sa descente sur les coteaux a un rapport intime de proximité dû en partie à la pression de la densification du 20^{ème} siècle. Par exemple, nous observons cela avec la barre de la «coupe DD» mais aussi des villas bourgeoises plus anciennes visibles dans la «coupe CC» qui ont cherché la proximité de l'aqueduc de Médicis pour des branchements à l'eau. Au sommet des coteaux, les constructions commencent à dépasser le gabarit de l'aqueduc, car elles sont plus récentes et arborent aussi un rôle de front urbain après l'aménagement des voies automobiles du 20ème siècle.



visible au fil du temps dans les villes gallo-romaines occidentales. Si une telle conséquence peut être dérangement, elle peut être aussi recherchée afin de faire coexister des constructions de nature hétérogène. Un résultat final qui s'apparente à un collage.

C'est une notion qui fascine Collin Rowe et Koetter Fred dans leur ouvrage *Collage city* où ils parlent de cette disparité urbaine.⁶² Ils y proposent le collage comme une solution urbanistique qui permettrait aux idéaux de tout temps et de toutes doctrines de cohabiter, où poésie et rigueur utopique pourraient cohabiter avec les fragments d'histoire de la ville. Cet effet est notamment assimilé à l'aspect du forum romain. Ils donnent à la fin de l'ouvrage un excursus qui contient une collection d'exemple d'objets trouvés. Ils proposent d'employer ces objets comme des citations pour créer des tensions génératrices qu'ils nomment « fruitfull collision ».⁶³ Nous pouvons trouver trois types de citations :

- la citation directe (transposition littérale ou collage d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments sur un site)
- la référence aux principes de planification et de conception d'un travail exemplaire dans un projet.
- la citation par des références directes aux parcs dans des conditions à l'échelle d'un quartier ou d'une ville.⁶⁴

Ces différents types de citation démontrent que le principe du collage peut aussi bien être utile à l'échelle de l'objet architectural qu'à celle plus large du territoire ou de la ville

Le produit de telles tensions génératrices est observable à Arcueil et Cachan. Nous pouvons observer sur l'axonométrie que les volumétries à proximité de l'aqueduc de la Vanne sont riches et variées. Il est toutefois remarquable que les barres deviennent des éléments majoritaires du côté d'Arcueil, ce qui semble montrer une tendance à l'allongement en présence de l'aqueduc. Des reprises formelles plus directes comme les arches sont aussi observables à Cachan à proximité de son hôtel de ville. Un lotissement de logements datant de la fin du 20^{ème} siècle y arbore des arcades dont l'inspiration réclamée est celle de l'aqueduc.⁶⁵



Fig. 25. Ci-dessus photos et orthophoto d'un lotissement de logement à Cachan dont les formes rappellent l'aqueduc de la Vanne

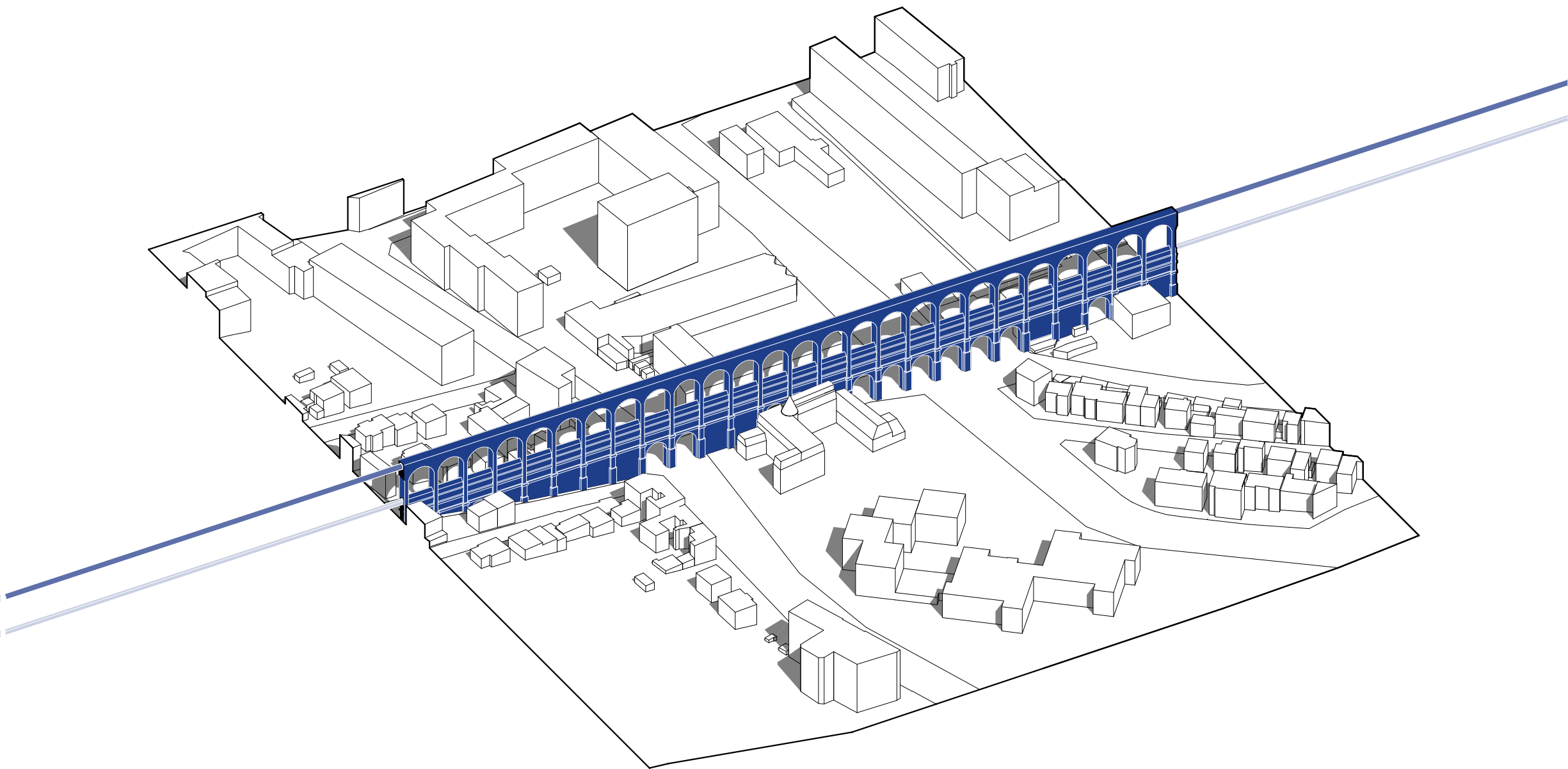
62 Rowe, Colin, Fred Koetter, et Kenneth Hylton; *Collage city*; Gollion [Suisse]: Infolio; 2005; p. 121-199

63 Ibid, 199-234

64 Jasper, Michael; *An Architectural-Urban Strategy: Re-reading Rowe and Koetter's Collage City*; 2017;

65 « 1.Rapport_de_presentation_PLU CACHAN » [PDF]; sur le site internet: <https://www.ville-cachan.fr/ca> chan-pratique/logement-et-urbanisme/148-urbanisme/277-le-plu (consulté le 25 avril 2020), p. 53

Fig. 26. Ci-contre
Axonométrie
du pont-aqueduc d'Arcueil
et Cachan au niveau de
leurs entrées, avec l'aqueduc de Médicis (toujours
en service) comme socle



PANORAMA

Fig. 27.
Sur les pages 48 à 53
photos Google-street



Vue sud-est sur l'aqueduc depuis Cachan



Vue sud-ouest sur l'aqueduc depuis Cachan



Vue nord-est sur l'aqueduc depuis Arcueil



Vue nord-ouest sur l'aqueduc depuis Arcueil



Vue ouest sur l'aqueduc depuis Cachan



Vue ouest sur l'aqueduc et l'entrée de Cachan



Vue ouest sur l'aqueduc depuis Arcueil



Vue sur l'aqueduc depuis Arcueil dans le creux de la vallée

J'ai eu la chance de visiter le site d'Arcueil et de Cachan avant la fermeture des frontières, toutefois mes impressions des sites de Ris-Orangis, Courcouronnes et Pont-sur-Yonne sont issues d'observations visuelles, audio-visuelles et de brèves discussions avec quelques personnes qui connaissent ces lieux.

Mon suivi de l'aqueduc a commencé depuis Montsouris, à partir du réservoir de Belgrand qui abrite encore aujourd'hui les eaux de la Vanne. 30 minutes plus tard, après avoir traversé le périphérique de Paris, j'ai pu suivre de manière claire le trajet de l'aqueduc grâce aux chemins aménagés sur celui-ci. Ma première vision du pont-aqueduc à Arcueil fut une réelle surprise tant il m'avait été caché par le tissu bâti très dense au sommet des coteaux. Ses dimensions cyclopéennes se démarquaient tout de suite du paysage. J'ai suivi alors la pente, appréciant l'aqueduc qui grandissait à mesure que je descendais. Les maisons me paraissaient de plus en plus petites plus il me semblait grand et plus son ombre s'étalait. Soudainement, je suis arrivé à son point culminant au creux de la vallée. Je ressentais alors une tension entre deux ouvrages, l'aqueduc et une barre de logements, l'espace me semblant plus étroit dans cette ruelle complètement dans la pénombre. Des déchets traînaient à proximité de la base de l'aqueduc de la Vanne, de l'aqueduc du Medicis, et de vieilles chaînes rouillées pendaient mollement pour empêcher l'accès à la cour encore plus sombre d'un château, aujourd'hui conservatoire de musique. C'était une scène marquante qui aurait probablement plu à Piranèse. Je suis resté un moment dans les ruelles étroites d'Arcueil à observer l'aqueduc, où tout me paraissait haut mais aussi si petit en comparaison à la machine. J'observais mille teintes de brun sur l'aqueduc qui avait une ombre propre qui semblait éternelle. Je suis alors remonté pour pouvoir apprécier l'aqueduc dans sa globalité et le traverser pour arriver dans une autre ville, Cachan. L'aqueduc était alors complètement sous la lumière du soleil, une vision opposée à celle d'Arcueil. Il me paraissait plus beige avec beaucoup moins de nuance de couleur que le brun de son côté opposé. Tout était calme comme un Arcueil avant le lancement du confinement. Seul le bruit lointain du train qui passe sous l'aqueduc était perceptible avec quelques passages d'automobiles. Les ruelles des coteaux de Cachan me semblaient aussi étroites que celle d'Arcueil. Mais l'entrée de la ville, au creux de la vallée, semblait l'opposé, les espaces moins étroits, plus verts et plus lumineux comme si on cherchait à libérer la vue sur l'aqueduc. Enfin, je me suis dirigé vers la gare à l'endroit où l'aqueduc effectue son pli le plus spectaculaire. Dans l'attente du train, j'ai écouté un père qui explique à sa fille ce qu'est un aqueduc.



Vue depuis les coteaux est de Cachan



Vue depuis les coteaux est d'Arcueil

RIS-ORANGIS HISTORIQUE DE LA RÉGION

Fig. 28. Ci-contre
Orthophoto
de Ris-Orangis et tra-
cé de l'aqueduc de la
Vanne et du Loing

La ville actuelle de Ris-Orangis provient de l'expansion de trois bourgs ou paroisses qui existaient avant :

- La paroisse de Ris, située proche de la vallée de la Seine, le long d'une ancienne voie. Elle existait déjà au 5^{ème} siècle, et plus tard les Templiers y développent une ferme et un poste de commandement.

- Le petit bourg de Borde, originellement situé sur la rive gauche de la Seine. Il a fait office de bateau relai pour les bateliers. Ce petit village diminue jusqu'à sa disparition. Son territoire a fusionné plus tard avec Ris.

- La paroisse d'Orangis, sur le plateau, est connue dès le 12^{ème} siècle. Elle était alors réputée pour ses fermes et son verger.⁶⁶

Au 18^{ème} siècle, les paroisses restantes sont unies et deviennent Ris-Orangis.

Au 19^{ème} siècle, Ris-Orangis n'est encore qu'un gros bourg qui se développe le long d'une voie rectiligne reliant Paris à Fontainebleau. La région est surtout privilégiée sur ses coteaux pour la construction de châteaux. L'aqueduc de Vanne est construit sans influencer grandement les activités de la région. Au début du 20^{ème} siècle, l'aqueduc du Loing est construit et longe le tracé de celui de la Vanne. Pendant le reste du siècle, la ville est devenue de plus en plus importante en raison du développement de grandes infrastructures telles que les autoroutes et les chemins de fer. Dans les années 1970, la population de la ville a quadruplé et la construction de nombreux quartiers et d'équipements publics fait suite en conséquence. Cette évolution soudaine a été attribuée au schéma directeur d'urbanisme et d'aménagement de la région parisienne (SDAURP), qui a créé cinq nouvelles villes pour désengorger la capitale, ce schéma comprenant le Secteur de Ris-Orangis.⁶⁷

Aujourd'hui, la ville bénéficie donc de la proximité de pôles d'emploi tels que Paris, mais aussi Evry et Orly qui sont plus proches. Elle joue également un rôle de pivot entre les régions grâce aux infrastructures qui la relie à ces villes.⁶⁸

66 « 1-Rapport-de-présentation-Tome-1 » [PDF]; sur le site <http://www.mairie-ris-orangis.fr/ville/travaux/plan-lo-cal-durbanisme-plu/> (consulté le 22 avril 2020), p. 88

67 Ibid; p. 91

68 Ibid; p. 187



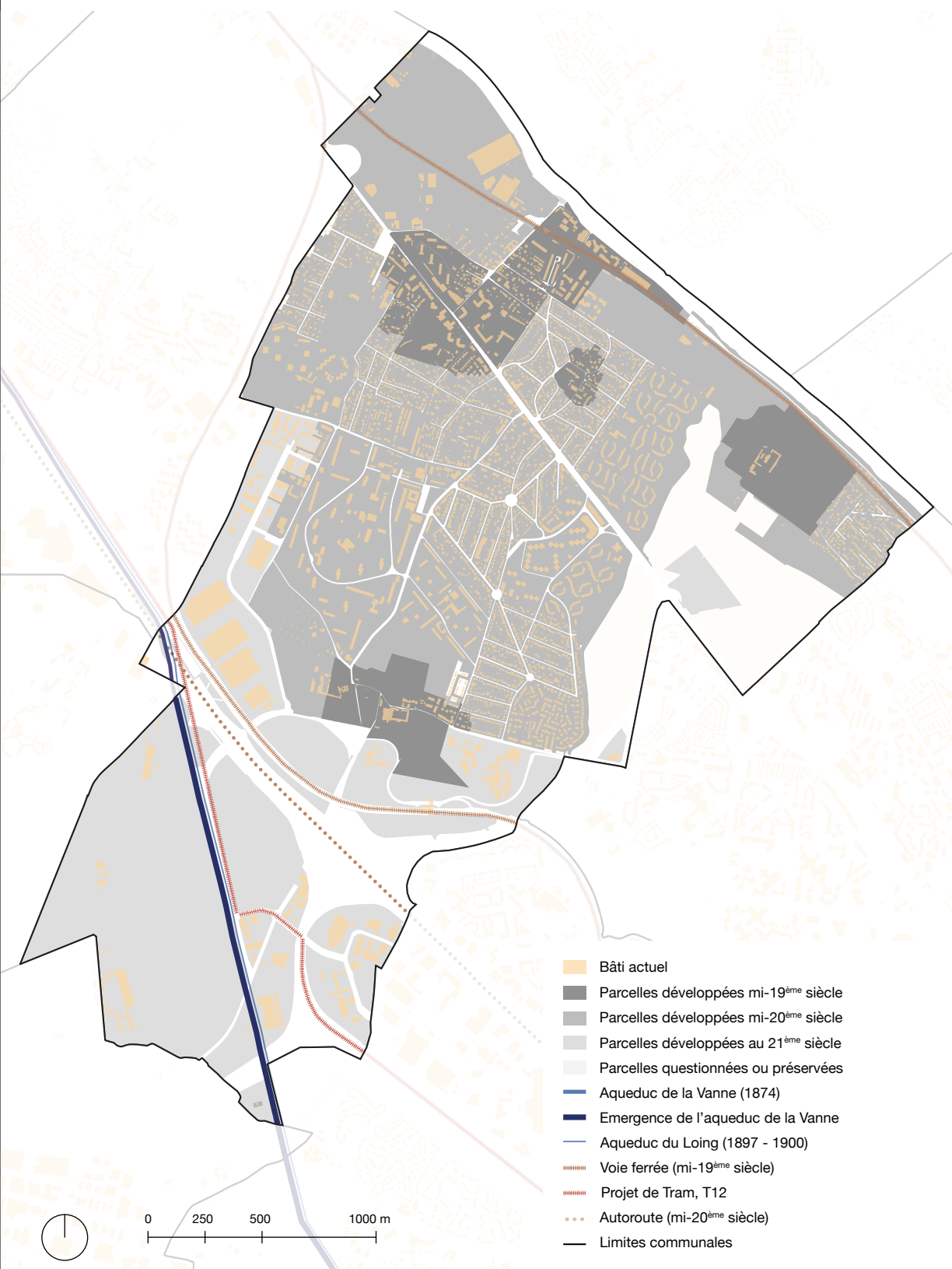
Peut-on définir l'émergence de Ris-Orangis comme un élément premier?

Il n'est pas raisonnable de procéder par pure analogie à Arcueil et Cachan tant le site et l'aqueduc y sont différents. Sur le plan, l'aqueduc paraît très présent et il garde le même caractère collectif que les autres émergences de l'aqueduc grâce à son rôle de transporteur d'eau de source. Toutefois, il ne relève pas de la même importance spatiale ou d'une quelconque valeur historique comme c'est le cas à Arcueil. Il paraît impressionnant par sa longueur, mais n'apparaît que sous la forme d'un muret pour ceux qui arrivent de la ville. Nous pouvons remarquer que l'aqueduc du Loing longe celui de la Vanne et emprunte ponctuellement les regards et siphons de ce dernier. Toutefois, il ne contribue pas à rendre l'infrastructure de Belgrand plus visible. L'aqueduc de la Vanne est en fait caché par l'amas de terre mis en place pour diminuer la température de celui du Loing. Il apparaît alors sous la forme d'un talus et d'un petit muret. De plus, les masses qui l'entourent le domine toutes. Il semble donc que par hypothèse nous ne devrions pas trouver d'influence sur la genèse des formes.

Premièrement, l'aqueduc de la Vanne est historiquement isolé des centralités anciennes de la ville de Ris-Orangis. Il n'a ainsi pas d'impact formel sur le bâti de celle-ci. Il est en effet clairement séparé, par l'autoroute et la voie ferrée, du développement des grands projets urbains jusqu'à maintenant. Cet isolement a notamment permis, la séparation étant accentuée par l'aspect mural de l'aqueduc, de générer une végétation d'espèces protégées notamment suite à l'abandon de l'hippodrome au sud-ouest de l'aqueduc. C'est donc à travers son rôle d'infrastructure qu'il interagit avec la ville. Il participe à la construction du territoire et de son environnement à travers la segmentation qu'il définit.

Deuxièmement, lors de sa construction, une route qui le longe a également été construite. Au fil des années, celle-ci a pris de l'importance. Les constructions à proximité de l'infrastructure hydraulique s'orientent sur le tracé de celui-ci et sur celui de la voie qui le longe. Cette route est devenue l'une des principales qui relie Ris-Orangis aux villes plus au sud. Elle va devenir dans les vingt prochaines années un élément stratégique du développement d'un futur pôle d'attraction inter-communal dans la région sud.⁶⁹ La zone de l'aqueduc est entièrement dédiée à ce nouveau pôle. Le développement d'une nouvelle voie pour un tram est prévu et empruntera partiellement le tracé de l'aqueduc de Belgrand. Nous pouvons donc dire que, de façon analogue au premier cas analysé, les infrastructures annexes à l'aqueduc contribuent aussi au développement des villes.

69 « 1-Rapport-de-présentation-Tome-1 » [PDF] sur le site <http://www.mairie-ris-orangis.fr/ville/travaux/plan-lo-cal-durbanisme-plu/> (consulté le 22 avril 2020), p. 183



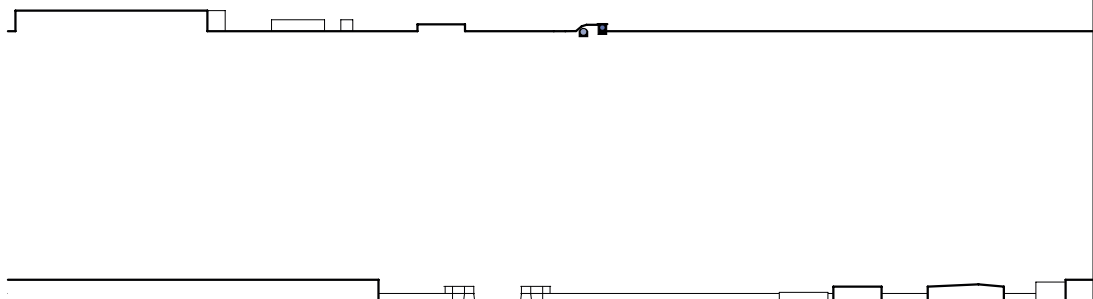
L'aqueduc s'inscrit dans une partie en friche de la ville à tendance industrielle et sportive. L'hippodrome domine cette région de par son gabarit et fait face au lointain aqueduc (voir coupe BB). Un semblant d'arche (en plan), aux proportions vaguement analogues à celles de l'infrastructure hydraulique (arc en plein cintre) peut pousser à établir un lien d'inspiration. Toutefois, la machine a ici une très faible présence qui est encore diminuée dans la réalité par la végétation (voir panorama). A la différence de sa variante à Courcouronnes comme nous le verrons dans la suite de ce travail, ses arches sont complètement camouflées. L'arc ne revêt probablement qu'un rôle utilitaire de contrôle des flux pour l'hippodrome de Ris-Orangis. Des inspirations de l'architecte, seul l'aspect aéronautique est commenté.⁷⁰ Cette ressemblance morphologique semble donc n'être qu'un hasard.

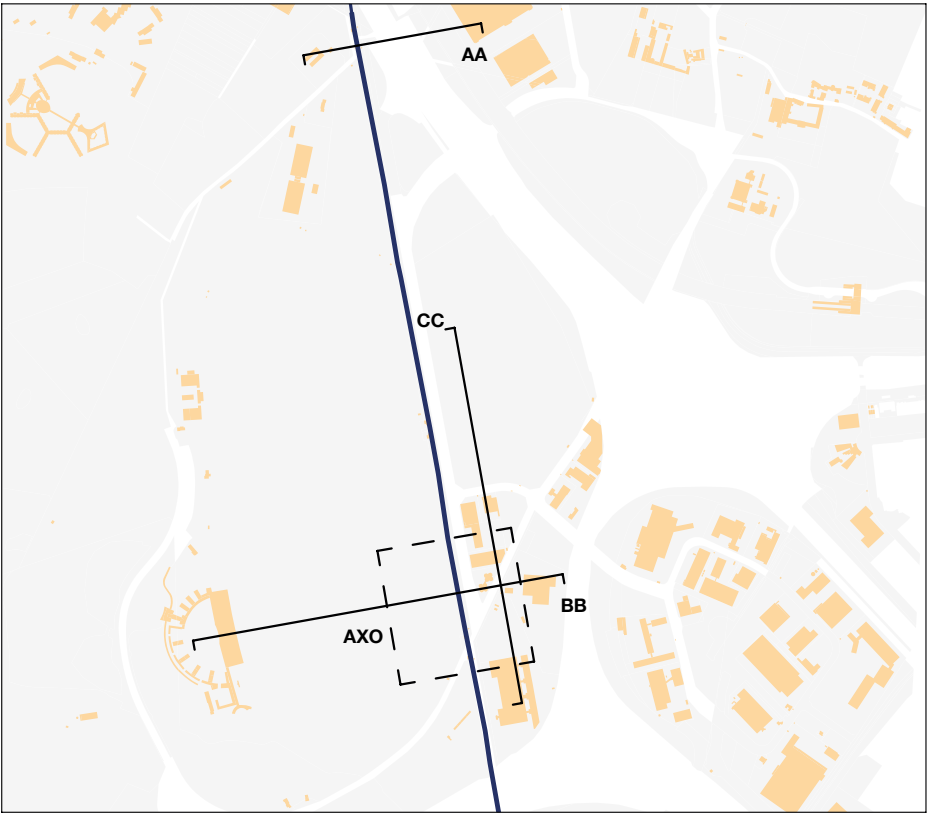
Enfin, l'ouvrage hydraulique par son aspect de mur fortifié et de talus monumental tend à renforcer l'aspect isolé du sud de la ville et de l'hippodrome (voir coupe CC). La rupture est aussi marquée par les différences de niveau engendrées par les grandes infrastructures (voir coupe AA).

70

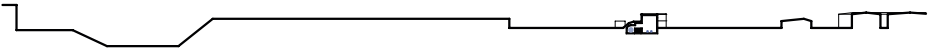
GRHL - HISTOIRE LOCALE DE RIS-ORANGIS; « L'HIPPODROME D'ÉVRY-RIS-ORANGIS - GRHL - Groupe Rissois d'Histoire Locale - Association ; Consulté le 2 juin 2020; <http://grhl.fr/2019/08/l-hippodrome-de-ris-orangis-evry.html>.

Fig. 30. Ci-dessous
Coupes urbaines sur l'aqueduc du Loing et de la
Vanne à Ris-Orangis





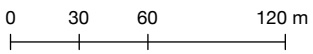
AA



BB



CC



C'est dans une forme plus timide qu'à Arcueil et similaire à sa voisine de Courcouronnes que nous percevons la machine hydraulique parisienne. L'infrastructure a ici un voisinage à l'allure hétéroclite s'apparentant aux diverses typologies de « boîtes » au service des industries de la ville. Il y a moins de tensions entre les différentes constructions. Les espacements sont plus larges, les hauteurs plus proches et il y a beaucoup moins de constructions. L'aqueduc n'apparaît pas comme un élément qui génère des tensions comme à Arcueil. Nous pouvons réfléchir à ce manque d'impact sur la question de la monumentalité. Il pourrait se définir comme monument au sens contemporain du terme d'après sa taille. L'auto-monument est sa définition la plus précise, tel que le décrit Rem Koolhaas dans son manifeste rétroactif de New York.⁷¹ C'est-à-dire que de par sa simple taille, il pourrait avoir un degré de masse critique qui lui donne une symbolique, certes vide de sens car libre à l'interprétation.⁷² Toutefois, il est question de volume. La machine ci-contre démontre une dimension sans pareil dans sa longueur, mais affiche une hauteur trop faible pour stimuler une quelconque symbolique.

Alors que reste-t-il à l'ouvrage de Belgrand pour générer des formes autour de lui ? Selon A. Rossi, les monuments historiques ont ce potentiel.⁷³ Mais est-il présent ici ? Selon Françoise Choay, il se constitue « par les regards convergents de l'historien et de l'amateur, qui le sélectionnent dans la masse d'édifices existants... »⁷⁴ pour témoigner d'un passé qui apporte une signification particulière. Si l'historien définit volontiers cette partie de l'aqueduc de 1874 comme tel, l'amateur n'a peut-être même pas conscience de l'importance d'un tel objet, tant il est discret. A la différence des autres cas étudiés, la présence de l'aqueduc est beaucoup moins ancrée dans la mémoire collective de par de son éloignement historique et le développement difficile de la périphérie de cette ville. Le manque d'influence de la présence de l'aqueduc d'un point de vue morphologique paraît donc cohérent vis-à-vis de son statut

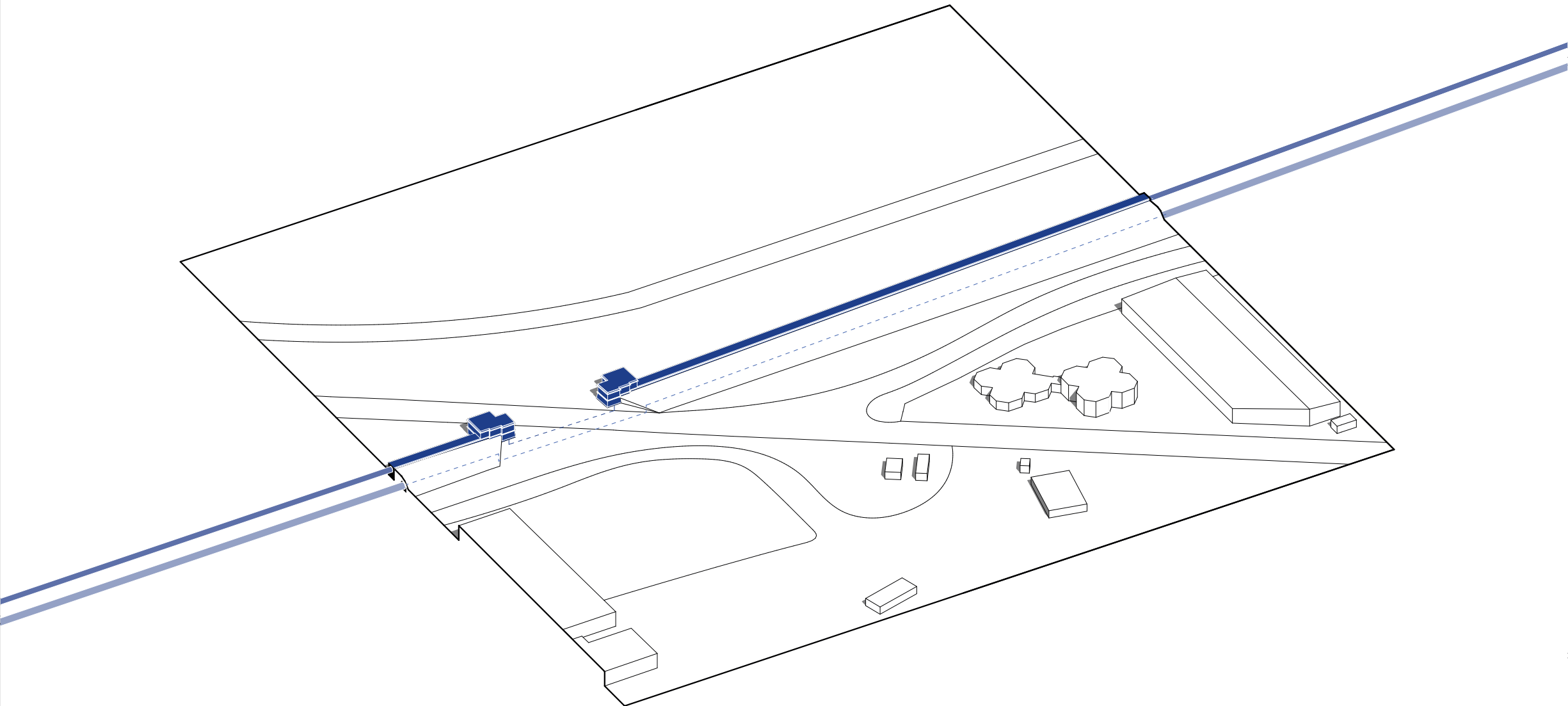
71 Koolhaas, Rem; *Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan*; London: Thames and Hudson; 1978; p.100

72 Ibid

73 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; *L'architecture de la ville*; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.107

74 Choay, Françoise; *L'allégorie du patrimoine*; La Couleur des idées; Paris: Editions du Seuil, 1992; p.20

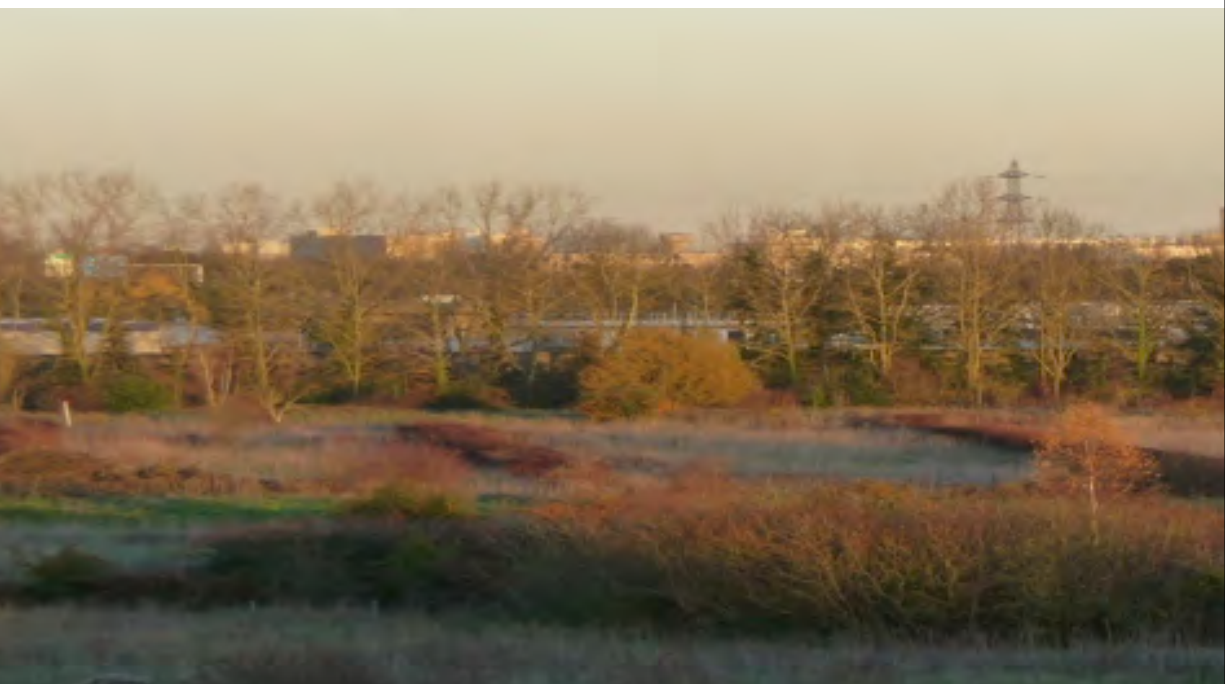
Fig. 31. Ci-contre
Axonométrie
des arcades de Ris-Orangis



PANORAMA



Vue sur l'aqueduc au sud-est de Ris-Orangis



Vue sur l'aqueduc au sud-ouest de Ris-Orangis depuis l'hippodrome

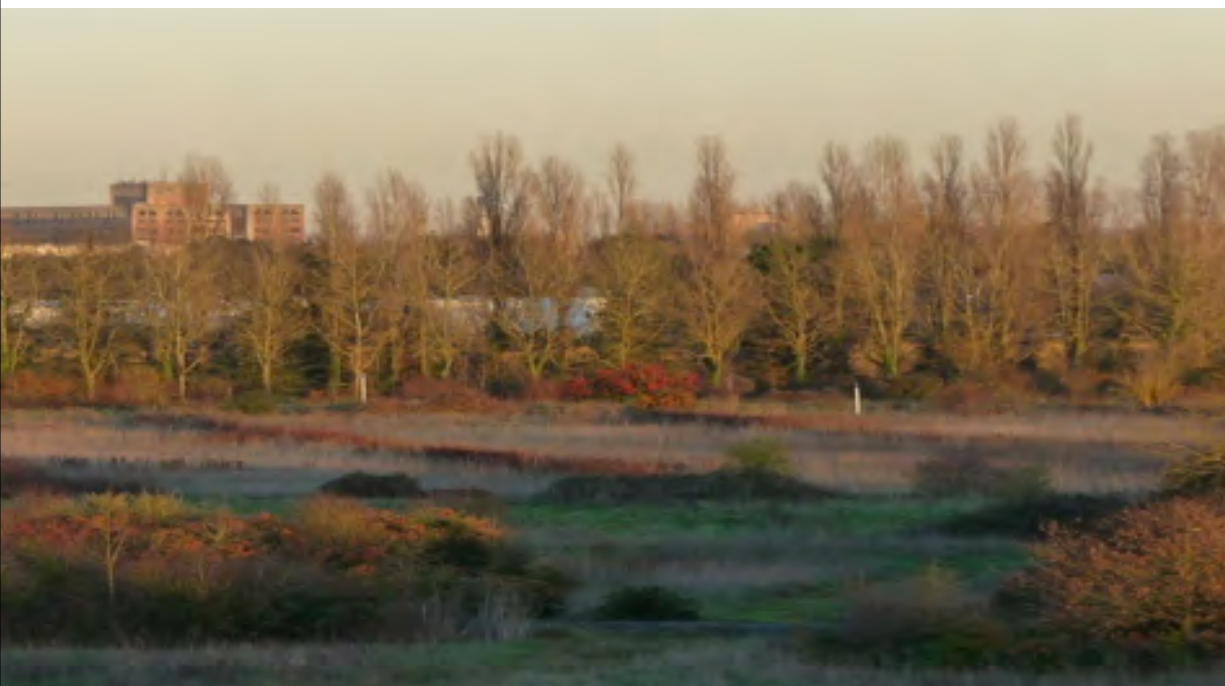
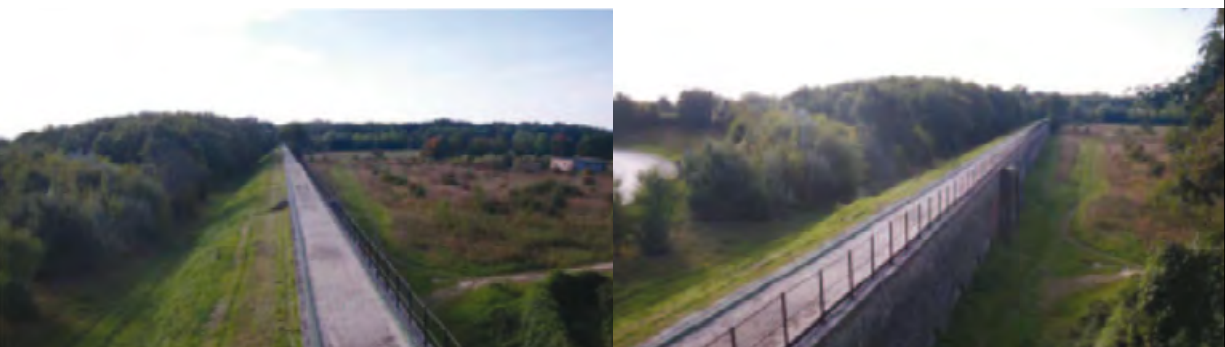


Fig. 32.

Sur les pages 62 à 64 photos Google-street et d'archives des services de l'urbanisme de Ris-Orangis



Vue sur l'aqueduc depuis la route



Vue au dessus de l'aqueduc

Pour retrouver la prochaine émergence de l'aqueduc suite à celle d'Arcueil et Cachan, il faut 30 minutes de train depuis Paris. C'est environ la même durée que la marche que l'on peut effectuer entre le réservoir et le pont-aqueduc d'Arcueil et Cachan, mais sans le lien permanent au tracé. L'arrivée se fait à la gare sud de la ville, zone séparée de l'aqueduc par l'autoroute. Le décor est loin de ce qui entoure la capitale, ici nous retrouvons encore la forte présence d'espaces végétaux, de forêts et jardins privés et nous pouvons voir au loin le début de la présence de grands complexes de logements. La zone est relativement calme, il y a quelques personnes qui descendent du train et suivent leur chemin ou démarrent leur voiture. Ici, l'aqueduc n'apparaît pas triomphant pour signaler la présence de la ville. Pour le retrouver, il faut suivre le chemin des promeneurs et des vélos qui passe sous l'autoroute. L'atmosphère change, elle devient plus froide à mesure que l'autoroute se rapproche, les infrastructures se font plus présentes, béton, métal, verre et goudron commencent à se disputer la place avec la nature. L'aqueduc apparaît enfin timidement avec une tête de siphon qui paraît sans âge avec sa maçonnerie grise et ses volumes simples et presque purs. Son isolement permet alors avec un peu de gymnastique de passer les barrières qui le protège pour apprécier depuis son sommet toute sa longueur monumentale. Ici, il n'y a rien de spectaculaire : d'un côté l'aspect d'un mur et de l'autre un talus qui vient protéger un deuxième aqueduc plus récent. C'est pourtant la même quantité d'eau qui le traverse qu'à Arcueil et même plus du double si l'on prend en compte l'eau que contient l'aqueduc du Loing à ses côtés. Le cheminement sur l'aqueduc permet de percevoir entre la lignée d'arbres son voisin le plus proche qui paraît si petit au loin, l'hippodrome. C'est un no-man's land depuis sa désaffectation, les animaux et la végétation ont commencé à s'en approprier le territoire. C'est quelque peu décevant quand on imagine l'image symbolique que peut avoir la rencontre entre un aqueduc et un hippodrome. De l'autre côté, on aperçoit des bâtiments blancs anonymes qui abritent entrepôts et bureaux. Le son des voitures et des camions est omniprésent et tous semblent ignorer cette construction centenaire.

COURCOURONNES HISTORIQUE DE LA RÉGION

Fig. 33. Ci-contre
Orthophoto
de Courcouronnes et
tracé de l'aqueduc de
la Vanne et du Loing

Les premières traces du village de Courcouronnes datent du 5^{ème} siècle. Les villageois profitaient des terres argileuses pour produire de la vigne, des céréales et des cultures vivrières. Des moines fournissaient à l'époque des outils et des semences. Le village se développe peu au fil des guerres, des épidémies et des conflits politiques.⁷⁵

Au 19^{ème} siècle, au moment de la construction de l'aqueduc de la Vanne, le village perdure et vit principalement de la culture : blé, avoine, fourrage, et surtout sucre et betteraves, qui fournissent la distillerie, la seule industrie de la région. Cependant, en raison de problèmes de liaison et du statut de propriété foncière, il n'y a pas d'espoir de développement majeur, la division des terres n'étant pas permise. Par conséquent, les jeunes travailleurs ont tendance à quitter le territoire pour se développer ailleurs.⁷⁶

Au début du 20^{ème} siècle l'aqueduc du Loing se joint au tracé de celui de la Vanne. Jusqu'à la deuxième moitié du vingtième siècle, Courcouronnes n'est qu'un village de moins de 200 habitants qui se développe lentement autour de son centre historique. La construction de l'autoroute A6 n'affecte que très peu son évolution.

De façon analogue à Ris-Orangis, c'est le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région parisienne qui conduit à son développement. Ce plan prévoyait la création de cinq nouvelles villes en région parisienne, dont Evry à proximité. Après l'intégration de Courcouronnes dans la nouvelle ville d'Evry, elle a connu le processus d'urbanisation de grandes entités. Il est à noter que c'est l'usage de l'expropriation massive qui permet à la ville de se développer. Aujourd'hui une grande partie de la commune est urbanisée et les efforts se concentrent plus sur le renouvellement et la valorisation du tissu existant dans la zone de l'aqueduc.⁷⁷

75 « 2.1. Diagnostic et état initial de l'environnement » [PDF]; sur le site internet: <https://www.evrycourcouronnes.fr/cadre-de-vie/plan-local-durbanisme-plu/>; (consulté le 24 avril 2020), p. 11

76 Ibid, p. 11-12

77 Ibid, p. 41



L'aqueduc à Courcouronnes se manifeste par une émergence dont la variante typologique est identique à celle de Ris-Orangis. Il est cependant apparent qu'elle arbore à Courcouronnes un rôle plus important. En effet, nous pouvons faire l'hypothèse d'un rôle d'élément premier. L'infrastructure a une présence plus forte pour le tissu urbain qu'à Ris-Orangis. Ici, l'évolution du tissu bâti a permis à celui-ci d'être en relation avec les deux faces de l'aqueduc. L'une d'entre-elles a une présence formelle beaucoup plus forte affichant l'élément qui définit un aqueduc : l'arcade. De par sa proximité historique, l'aqueduc peut prétendre avoir une importance spatiale qui peut générer d'autres formes. Ainsi, il semble pertinent de penser que nous retrouverons des influences formelles de l'aqueduc si le concept de Rossi est valide.

A la différence de Ris-Orangis, qui pourtant partage une évolution soudaine analogue, le centre historique de Courcouronnes est proche d'une émergence majeure de l'aqueduc. Cela conduit à un effet de ceinture et à la densification du bâti. On remarque aussi un changement dans la morphologie urbaine d'un côté à l'autre de l'aqueduc. Ce changement pourrait aussi bien être dû à la période de construction, qu'à la liberté de changement permise par l'aqueduc, celui-ci faisant écran à l'ancien tissu. Cette soudaine variété de morphologie urbaine est analogue à ce qui est observé à Arcueil et Cachan. Nous n'observons cependant pas une augmentation des proportions dans la longueur à proximité de l'aqueduc comme dans le premier cas d'étude et une richesse moins grande du nombre de formes. C'est probablement dû aussi bien au tissu urbain plus récent qu'à des besoins sociaux et économiques différents de ceux d'Arcueil et Cachan. A Courcouronnes, les besoins en logement sociaux se sont beaucoup développés pour les travailleurs de Paris et de son périphérie.

De plus, l'aqueduc en tant qu'élément physique, son tracé et ses ouvertures restent des éléments qui conditionnent les voies et l'orientation du bâti qui se développent à proximité. Il est donc, comme dans les autres cas, une infrastructure qui définit son territoire.

Enfin, à la différence de Ris-Orangis, la partie sud isolée par l'aqueduc exploite cette condition à Courcouronnes avec la présence d'ensembles de maisons familiales pavillonnaires et des logements spécialisés pour personnes à capacité réduites.

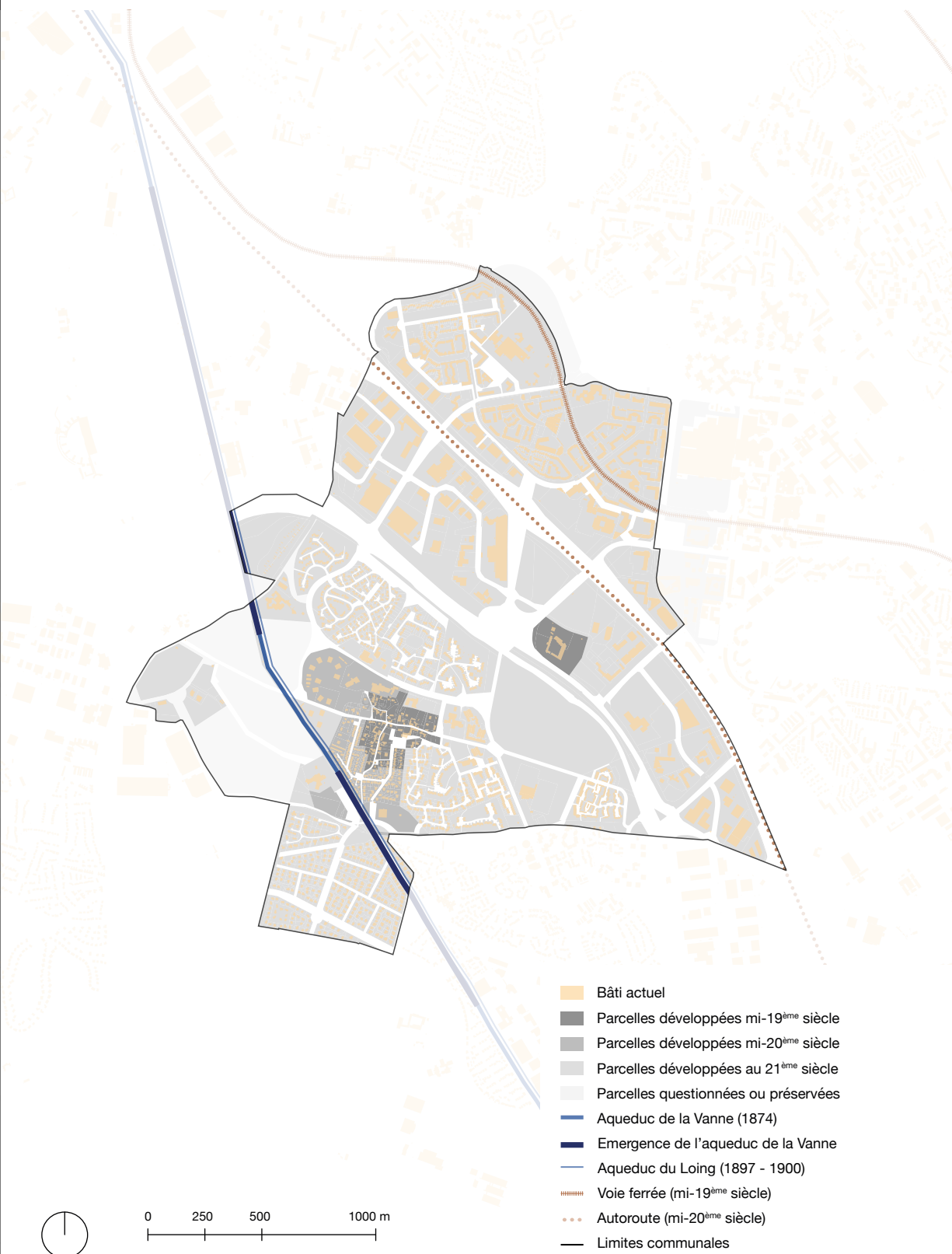
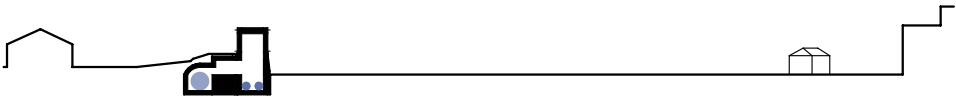
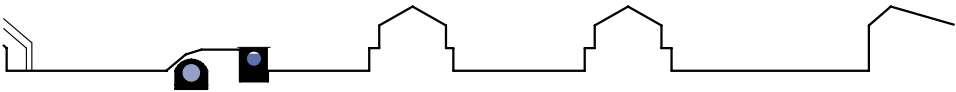


Fig. 35. Ci-dessous
Coupes urbaines sur l'aqueduc du Loing et de la Vanne à Courcouronnes

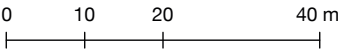
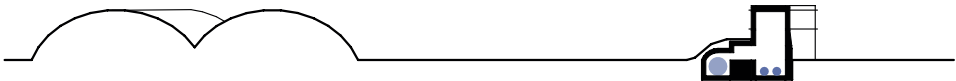
AA



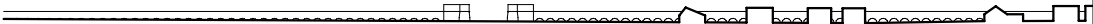
BB

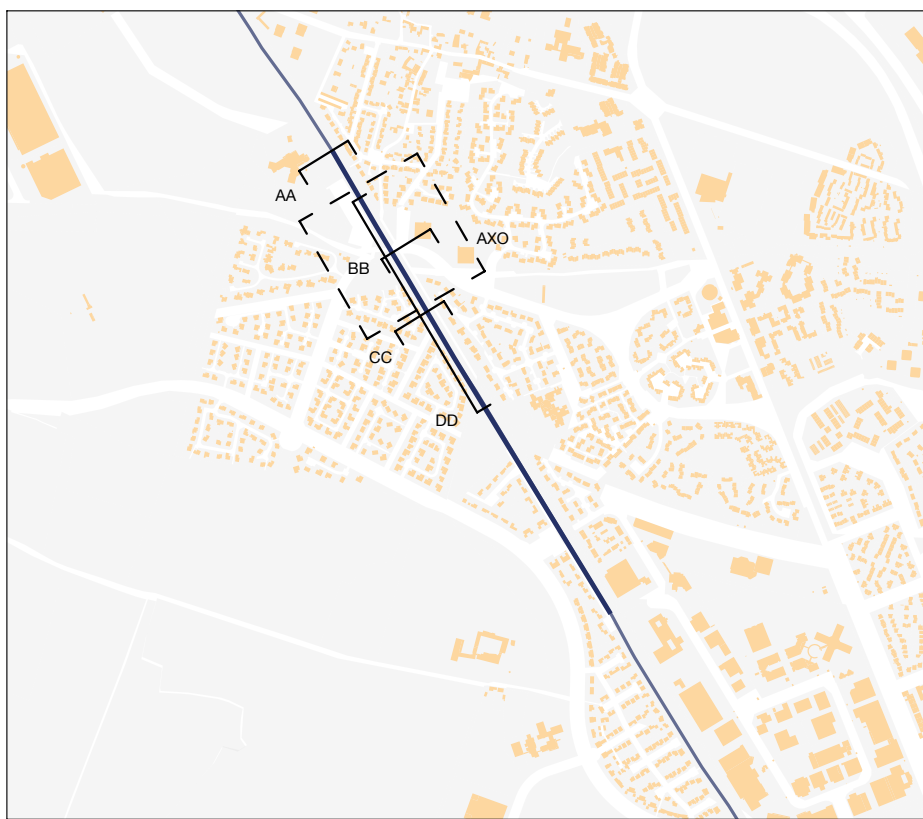


CC

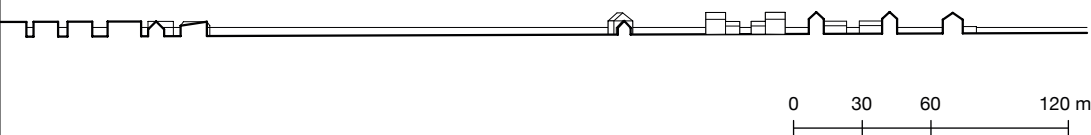


DD





L'aqueduc, dans la majorité de son passage à Courcouronnes, se présente sous l'aspect d'un mur qui ne concurrence que rarement le gabarit du bâti environnant (coupe DD et BB). La hauteur du tissu bâti reste toutefois majoritairement du même ordre de grandeur que les têtes de siphon de l'aqueduc qui permettent au circuit de passer sous les routes. De plus, malgré la faible présence ornementale des arcades, on retrouve des formes en lien avec celles-ci (coupe CC et axonométrie).



A Arcueil, l'aqueduc de par son gabarit, sa qualité architecturale et son histoire a pu devenir une source d'influence et d'inspiration formelle. Dans le cas de Courcouronnes, ces points fondamentaux sont discutables, d'une certaine manière de la même façon qu'à Ris-Orangis. L'évolution de son centre historique a certes permis de découvrir les deux faces de l'aqueduc, dont la partie la plus émergée. La taille des arcades et leur nombre peuvent être des arguments d'inspiration pour les deux grands terrains de sports qui se situent du côté le moins visible de l'aqueduc. La forme de ces éléments peut aussi être un « heureux accident » car elle est adaptée à la pratique du tennis. Ces deux terrains se réclament comme les « Tennis de l'aqueduc ». La dénomination d'un lieu marque la volonté d'un acteur majeur dans sa construction comme le remarque A. Rossi.⁷⁸ Dans le cas de l'aqueduc à Courcouronnes, nous pouvons parler, plus que d'une possible influence formelle, de l'influence du propriétaire précédent du terrain. En effet, comme indiqué dans la partie historique, Paris a racheté les terrains à proximité de l'aqueduc pour s'assurer de la protection de l'eau potable. Lorsque ces terrains sont cédés sous-condition, ils prennent souvent un nom en lien avec l'aqueduc tel que « ... de l'aqueduc, de la Vanne, de Belgrand, etc.).

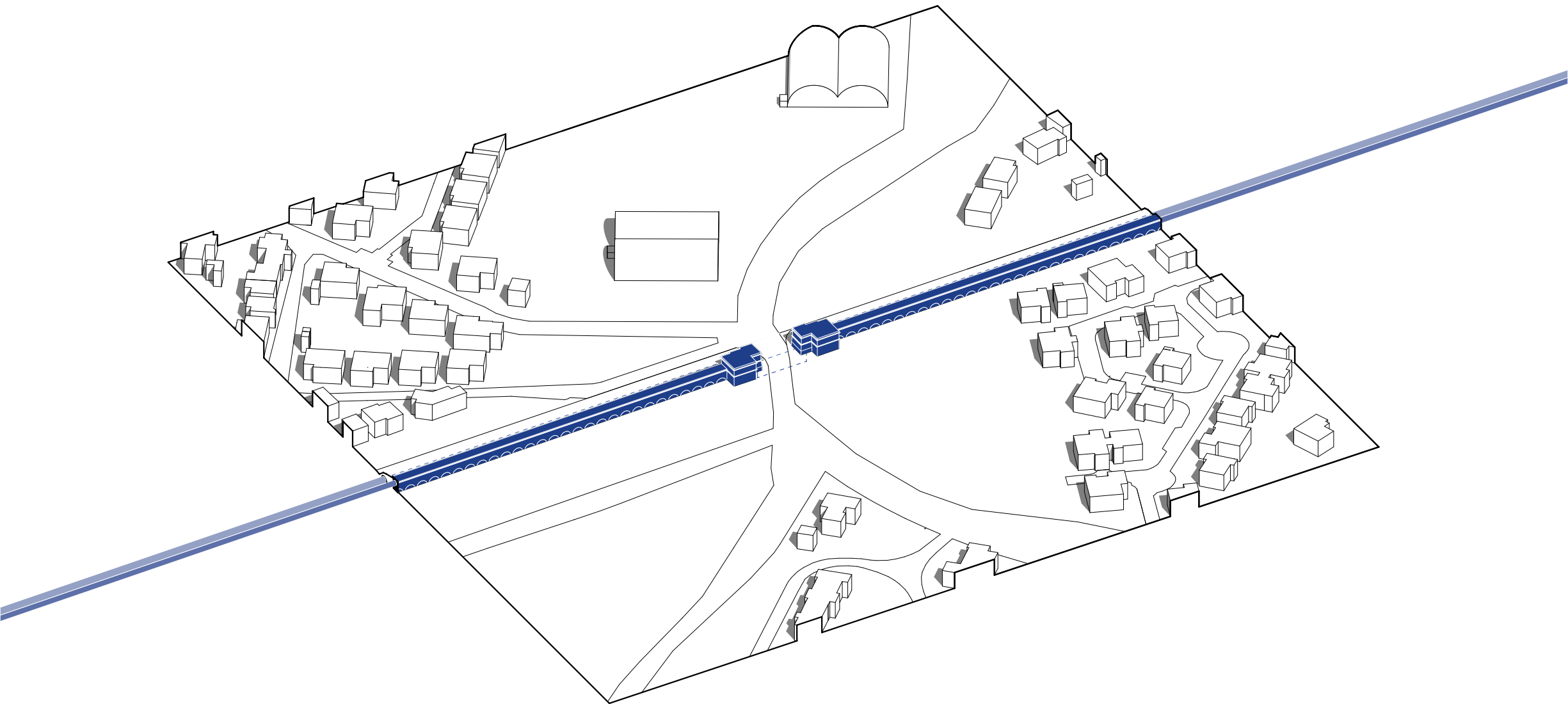
De plus, la question des tensions urbaines est ici plus présente qu'à Ris-Orangis. Nous trouvons plus d'espaces denses et moins denses et des formes plus diverses. Mais l'effet de juxtaposition et d'opposition est beaucoup moins fort qu'à Arcueil, comme si la forme de la présence de l'aqueduc devenait un indicateur des possibles variétés de morphologie urbaine à sa proximité.

Enfin, les types de formes urbaines varient d'un côté à l'autre de l'aqueduc. En effet, son aspect de mur le fait agir comme une frontière et les contraintes réglementaires de la commune varient également en fonction du côté (voir plan de zonage en annexe).

78

Rossi, Aldo, et Françoise Brun; L'architecture de la ville; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.202

Fig. 36. Ci-contre
Axonométrie
des arcades de Courcouronnes



PANORAMA



Fig. 37.
Sur les pages 74 à 76;
photos Google-street

Vue sur l'aqueduc au sud-ouest de Courcouronnes



Vue sur une tête de siphon



Vue sur l'aqueduc et un lotissement pavillonnaire



Vue sur le talus couvrant l'aqueduc de la Vanne et du Loing



Vue sur les siphons



Vue sur le siphon et le complexe tennistique de l'aqueduc

Quelques minutes de marche suffisent pour atteindre l'émergence de Courcouronnes une fois celle Ris-Orangis terminée. De la forêt, nous arrivons directement dans un quartier de logements. Nous retrouvons la même pierre grise qu'à Ris-Orangis et les mêmes mur et talus qui représentent les aqueducs. Tous semblent pourtant plus vivants et dynamiques. Des gens courent et discutent, des voitures font des allées et venues, des bruits qui se retrouvent déjà plus dans le cœur des villes. Les têtes de siphons ne sont pas clôturées et on peut même se rapprocher des portes pour entendre le bruit des mécanismes qui mettent sous pression l'eau. Il y a un contraste de formes et de matières qui met en évidence directement l'âge et l'histoire de l'aqueduc en présence des maisons de quartiers. La présence de l'aqueduc semble remise en valeur et non pas ignorée.

PONT-SUR-YONNE HISTORIQUE DE LA RÉGION

Fig. 38. Ci-contre
Orthophoto
de Pont-sur-Yonne et
tracé de l'aqueduc de
la Vanne

La commune est très vieille, et son nom évoque naturellement le pont qui fait référence à son implantation près de l'Yonne. En 613, la ville s'appelait « Pontus Syriacus » démontrant ainsi une possible occupation syrienne, marchande maritime majeure de cette époque. Des preuves archéologiques démontrent toutefois des origines gallo-romaines. Pont-sur-Yonne est pendant une grande partie de son histoire un point de passage privilégié pour le transport fluvial (bois transporté par le fleuve) et terrestre. Cet aspect stratégique en fait alors un pivot commercial. Le milieu du 19^{ème} siècle voit l'arrivée du chemin de fer, avec la création de la gare de Pont-sur-Yonne, ce qui permet de relier le territoire de la ville à Paris et Lyon renforçant ainsi son statut de pivot territorial pour les villes et villages avoisinants dépourvus de telles infrastructures. Le paysage agricole évolue après la Seconde Guerre mondiale avec l'apparition de vastes exploitations dédiées pour la majorité à la culture de céréales. Avec le développement de l'automobile, les anciennes voies sont rapidement adaptées et continuent d'orienter le développement du tissu urbain. Pont-sur-Yonne, de par ses infrastructures viaires et la position stratégique qu'elles lui octroient, a pu s'enrichir d'équipements scolaires et publics qui lui permettent de se développer de manière continue. Elle est ainsi, encore aujourd'hui, une ville au statut de pivot territorial qui fait le lien entre les autres villes d'importance, dont la capitale.⁷⁹

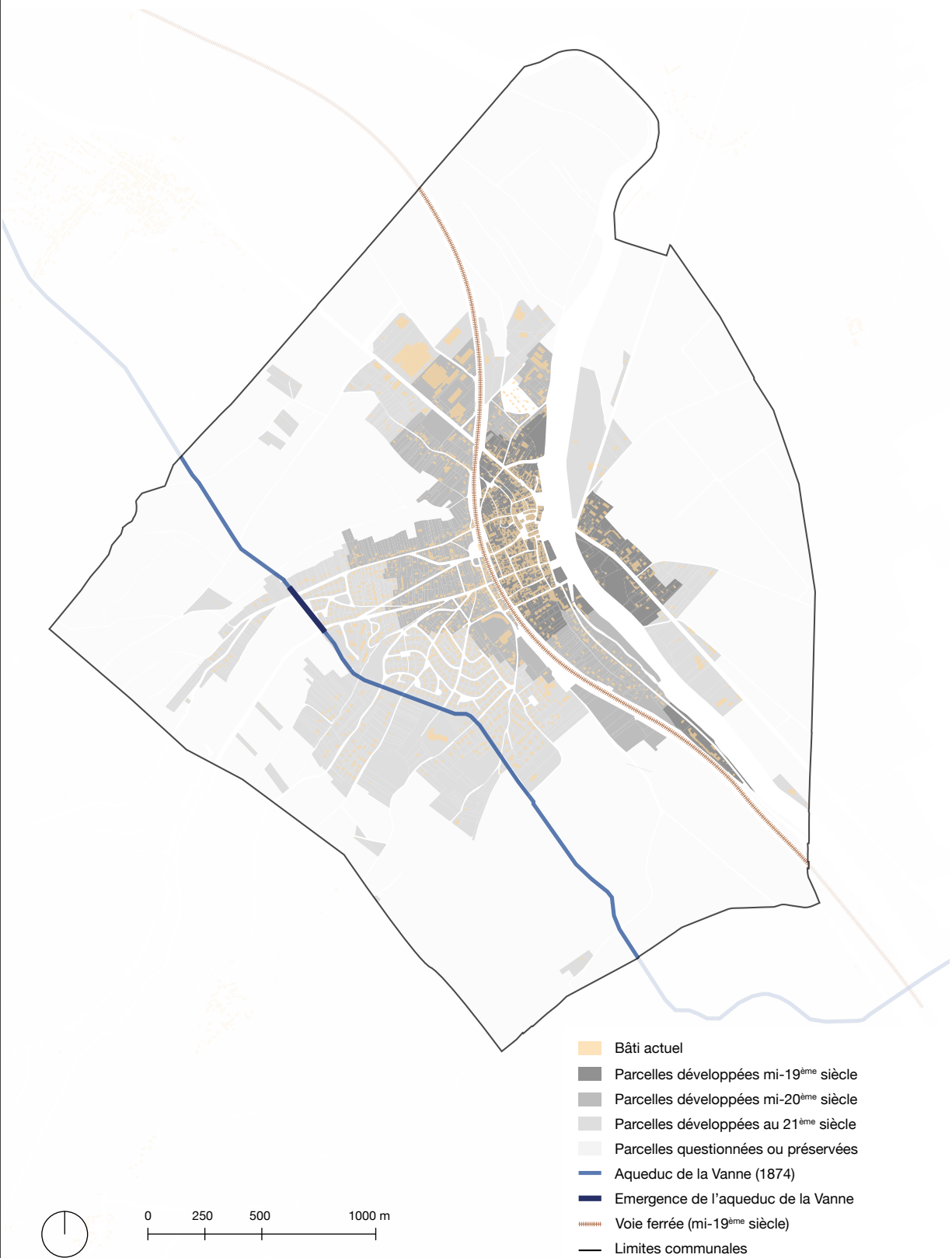
79 «Diagnostic territorial et état initial de l'environnement» [PDF]; par demande au service de l'urbanisme des communautés des communes Yonne Nord; (consulté le 21 avril 2020), p. 11



L'émergence de l'aqueduc à Pont-sur-Yonne peut paraître la plus faible en termes de longueur. Mais elle est l'une des plus majestueuses et impressionnantes par rapport à son contexte bâti. Elle est, de par sa forme travaillée, symboliquement liée aux anciens grands travaux romains qu'elle évoque. Son caractère spatial est clairement particulier en comparaison au tissu bâti à proximité. Nous pouvons donc définir cette émergence comme un élément premier qui a un potentiel d'influence analogue par sa forme à celui d'Arcueil et Cachan.

Tout d'abord, l'aqueduc de la Vanne agit, à l'identique des cas précédents, comme une ceinture, aussi bien dans sa partie émergée que souterraine. Cet effet est semblable à celui s'étant produit avec les anciennes fortifications de la ville qui a qualifié la nature concentrique de la ville. Le bâti de la ville s'agglutine au fil de l'évolution, suivant les routes en direction de l'ouvrage de Belgrand. A la différence du cas d'Arcueil et Cachan, la proximité est moins forte du fait de l'expansion tardive du tissu urbain qui respecte alors les règles de protection de l'ouvrage établies au 20^{ème} siècle. Il est toutefois remarquable que de façon analogue à Arcueil et Cachan, l'ouvrage a agi pendant longtemps comme porte pour la ville. L'aqueduc est ici d'ailleurs de grande qualité formelle comparable à celle de la partie visible dans les villes précédemment citées. L'infrastructure hydraulique fait ici le lien entre la partie urbaine et rurale de la région et contribue, comme dans les cas précédents, à influencer le territoire avec les autres grandes infrastructures.

Enfin, l'infrastructure hydraulique est progressivement rattrapée et le bâti commence à s'établir de manière diffuse au-delà de son tracé. On y observe, de la même façon qu'à Arcueil et Cachan, un allongement du tissu bâti à proximité. Cette caractéristique peut être vue de façon positive à la différence du premier cas d'étude qui affichait une densité qui dérangeait les habitants. En effet, l'une des grandes qualités historiques du territoire reste la richesse agricole et forestière. L'aqueduc offre une rupture aussi bien formelle que paysagère permettant de repenser les futures constructions qui peuvent s'inspirer des logements plus denses déjà présents à proximité de l'aqueduc et limitant le mitage du paysage et territoire par les maisons mono-familiales.



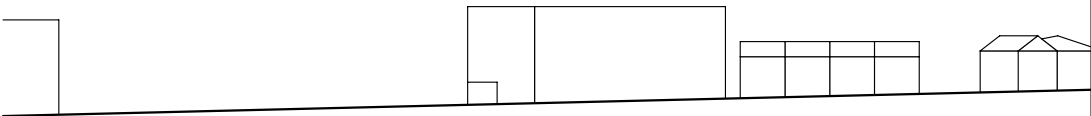
L'aqueduc de la Vanne est un élément structurant le paysage et dominant une majorité du bâti de la vallée (voir coupe CC). La pente accentue la perception de grandeur de l'infrastructure que nous pouvons observer. Le bâti à proximité est aussi bien composé de maisons mono-familiales que de complexes de logements plus denses et plus récents (voir coupe AA et BB). L'aqueduc marque une frontière entre l'étalement de la ville au bâti dense et les vides des espaces ruraux (voir coupe AA).

Fig. 40. Ci-dessous
Coupes urbaines sur le pont-aqueduc de Pont-sur-Yonne

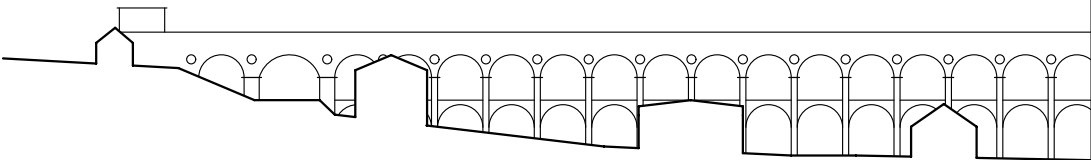
AA

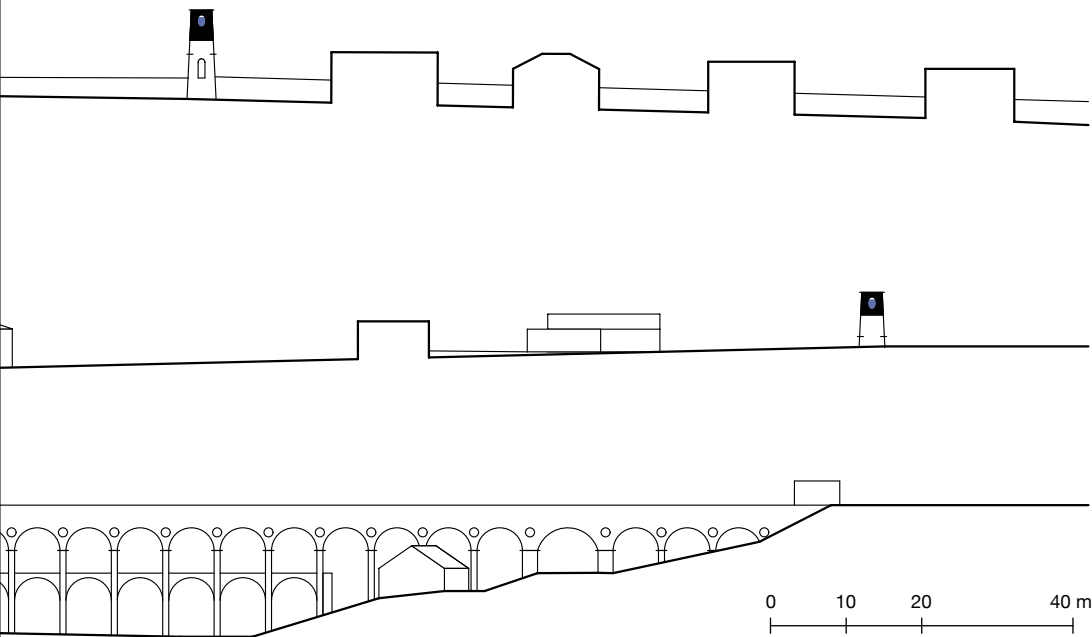
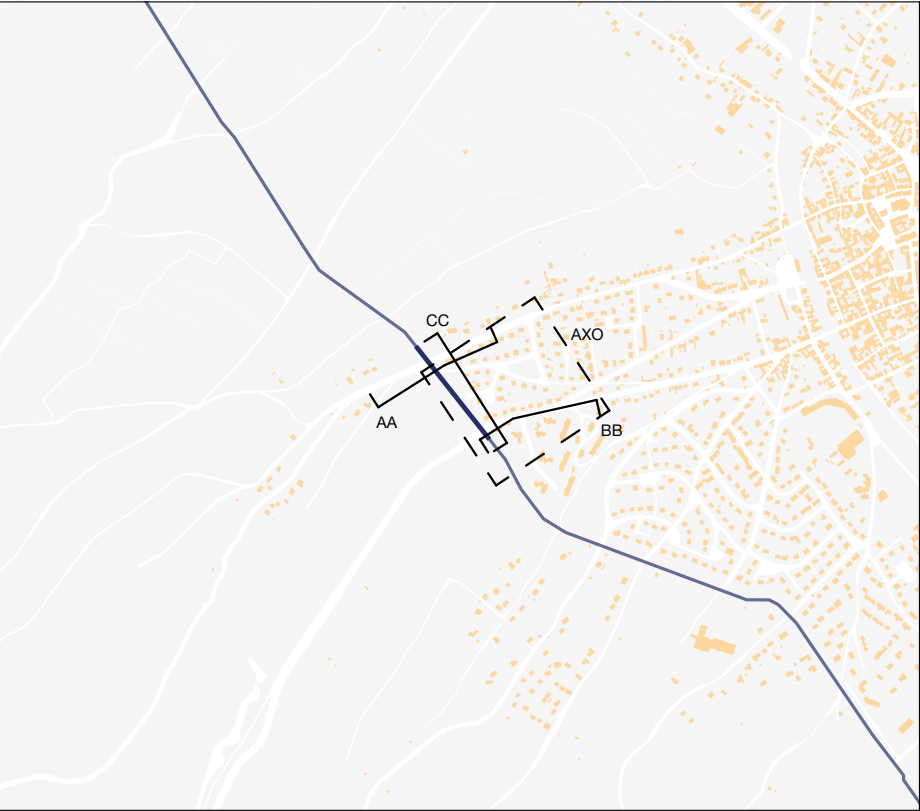


BB



CC





De par sa présence historique et ses qualités formelles évoquant les mythes des grandes infrastructures romaines, le pont-aqueduc de Pont-sur-Yonne peut déjà être considéré comme un monument historique. Avec la présence d'un tel ouvrage, il y a toujours des attentes et des tensions qui produisent des nouvelles formes tel que Rossi le remarque.⁸⁰

C'est de manière assez flagrante que de nouvelles formes apparaissent au sommet de la vallée proche de l'aqueduc. La situation de tension est plus calme qu'à Arcueil, il n'y a pas d'aussi fortes confrontations de ces formes urbaines qui ont évolué près de l'aqueduc. Ces nouveaux objets urbains plus hauts et plus longs sont situés en hauteur pour exploiter le paysage construit par l'infrastructure. Les points de vue depuis ces éléments sont orientés à l'aqueduc. Sir Thomas Whately (1726-1772) fait l'apologie de ce type de vision dans *L'art de former les jardins modernes* : « Les bâtiments en général ne paraissent pas si grands ni beaux, lorsqu'ils sont vus de front, que du côté de leurs angles, parce que dans cette dernière perspective on aperçoit deux de leurs côtés à la fois ».⁸¹ Les paysages, comme l'a dénoté Alberti dans *De re ædificatoria*, se construisent en exploitant la beauté cyclopéenne des infrastructures de nature romaine.⁸² D'une manière analogue aux peintres pittoresques, les constructeurs ont cherché à composer ces points de vue avec un élément évocateur sublimant ces visions du territoire. Cette question du sublime paraît indissociable de l'évocation des infrastructures hydrauliques de Piranesi. Dans *Della magnificenza*, il parle d'une beauté effrayante qui serait l'attestation glorieuse et héroïque de l'excellence artistique des romains.⁸³ Il a développé cette théorie dans ses écrits plus tardifs : « il plaît d'alterner le gai et le sérieux, et même avec le pathétique - l'horreur des batailles a aussi sa beauté, et du milieu de la crainte se lève le plaisir ».⁸⁴ Si le sublime se définit entre la fin du 17^{ème} et le milieu du 18^{ème} siècle, il est devenu immensément plus complexe. Mais parmi toutes ses définitions, c'est celle d'Edmund Burke (1729-1797) qui semble le plus en lien à celle de Piranèse (1720-1778).⁸⁵ Il rejette, de la même manière que le vénitien, les notions de mesure, d'harmonie et de proportion pour définir le sublime. C'est en effet dans la peur que génère l'aspect solide, massif et monumental que réside ce type de beauté. Si, pour apprécier cette esthétique il est possible de s'en éloigner et ainsi percevoir toute la grandeur, il est aussi possible de s'en rapprocher à l'extrême et, comme à Arcueil, de s'immerger dans la sensation de sublime dans la pénombre de l'aqueduc.

80 Rossi, Aldo, et Françoise Brun; *L'architecture de la ville*; Gollion (Suisse): Infolio; 2016; p.111

81 Thomas Whately, op. cit, p.184-185

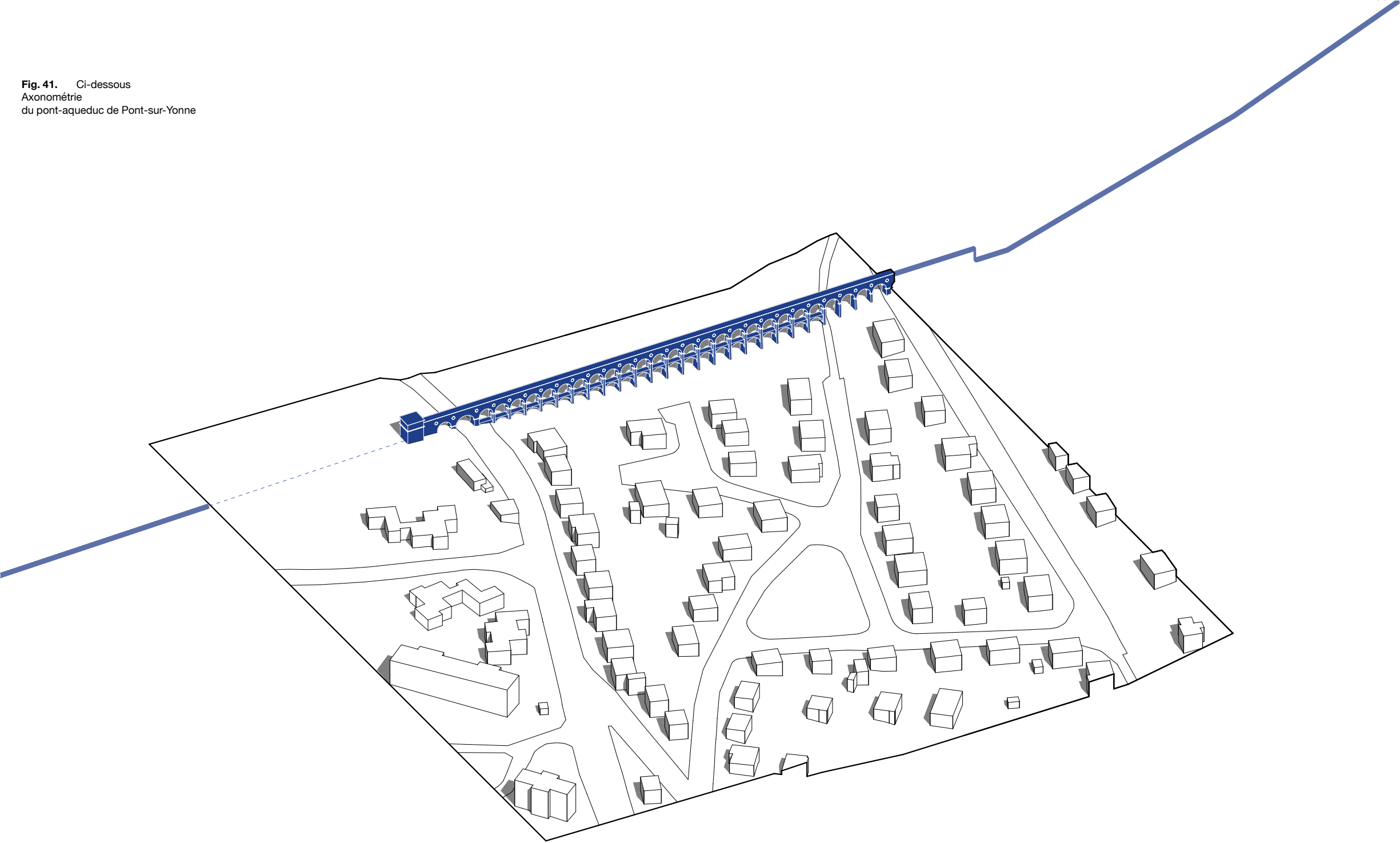
82 Leon Battista Alberti; op. cit; p. 374

83 Giovanni Battista Piranesi; op. cit; chap. 35, p.53

84 Laroque Didier; *Le Discours de Piranèse, L'ornement sublime et le suspens de l'architecture*; La Passion; 1999; p. 179-214

85 Edmund Burke; *Recherches philosophiques sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*; Vrin; 1990;

Fig. 41. Ci-dessous
Axonométrie
du pont-aqueduc de Pont-sur-Yonne



PANORAMA

Fig. 42.
Sur les pages 86 à 88;
photos Google-street



Vue sur l'aqueduc comme porte depuis la ville au nord-ouest



Vue sur l'aqueduc comme porte hors de la ville au nord-ouest



Vue sur l'aqueduc comme porte depuis la ville au sud-ouest



Vue sur l'aqueduc comme porte hors de la ville au sud-ouest



Vue sur l'aqueduc depuis les coteaux est



Vue sur l'aqueduc au creux de la vallée

Il faut parcourir de longues distances pour revoir l'aqueduc intimement lié à une ville. C'est à une heure et demie en train de la capitale que nous trouvons la dernière émergence qui nous intéresse. Pour la trouver, il faut partir du centre historique au tissu étroit de Pont-sur-Yonne, qui a tout gardé de son caractère médiéval avec ses ruelles entourées de constructions en maçonnerie. Brique, pierre et crépi ornent notre cheminement quasiment en ligne droite. Les routes étroites ne laissent pas place à une cohabitation sereine entre piéton et automobile. La pente est douce, la hauteur des maisons reste sensiblement la même jusqu'à l'apparition de l'aqueduc. Dans le paysage apparaissent alors des étrangetés. Des barres de logements partagent les hauteurs du paysage avec la machine. Petit à petit, il se révèle à la limite du quartier, telle une porte en pierre pour la ville, sa plateforme invitant à admirer le contexte et sa forme à se faire admirer.

SYNTHÈSE DES ANALYSES URBAINES

Nous avons, dans notre analyse, démontré que la théorie des éléments premiers d'Aldo Rossi se vérifiait. En effet, notre hypothèse a été confirmée à travers les cas observés, particulièrement pour les sites d'Arcueil, Cachan et Pont-sur-Yonne. D'une certaine manière, plus le volume est important et plus l'aqueduc revêt un caractère spécifique pour une population, du fait de son rapport historique, culturel ou d'échelles à son environnement. Cela engendre également plus de nouvelles formes avec un lien potentiel à l'aqueduc. Au contraire, moins ces caractéristiques sont importantes, moins il est facile et probable de lier l'aqueduc à la formation de nouvelles formes urbaines.

Il est cependant nécessaire de mettre en perspective les quatre cas étudiés par rapport à l'évolution de leur tissu bâti. Arcueil et Cachan ont eu très tôt un développement dynamique dès le 19^{ème} siècle jusqu'à aujourd'hui et un lien historique de plusieurs siècles à des aqueducs. Cela a conduit à une évolution urbaine principalement sur plus d'un siècle. Le tissu bâti de cette région est très riche, et la forme d'exception dominante est l'aqueduc qui semble encourager cette diversité à proximité. Ris-Orangis et Courcouronnes ont subi une évolution urbaine explosive dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle. De village ou petite ville, elles sont devenues des villes d'importance à l'échelle intercommunale. Une évolution soudaine qui a aussi réduit la richesse du patrimoine bâti de ces régions. Enfin, Pont-sur-Yonne a eu un développement continu dès le 19^{ème} siècle mais n'a pas bénéficié d'une grande polarité comme la capitale pour se développer de la même manière qu'à Arcueil. Le développement s'est fait plus lentement, mais aussi de manière moins variée. Ceci peut être en partie expliqué par les nombreuses décisions politiques qui ont par exemple généré beaucoup de barres de logements sociaux à différentes époques à Arcueil, au contraire de Pont-sur-Yonne dont le tissu urbain s'étale principalement grâce à des maisons individuelles. Ces différentes évolutions historiques ont participé à l'interaction des constructions avec l'aqueduc de manière variée. Il faut aussi signaler la position de l'aqueduc différente dans ces villes : en effet, l'aqueduc est au centre historique d'Arcueil, Cachan et Courcouronnes, mais en périphérie de Ris-Orangis et à la limite des terrains ruraux à Pont-sur-Yonne.

Le type d'aqueduc diffère aussi de trois variantes différentes et une partagée à Courcouronnes et Ris-Orangis. Mais l'interaction entre l'aqueduc et le tissu urbain varie entre ces deux villes malgré la même forme d'aqueduc présente.

Ainsi, l'infrastructure hydraulique a toujours une relation particulière à ces territoires mais certaines réactions à l'aqueduc se répètent et semblent esquisser quelques règles potentielles d'influence.

Premièrement, dès que l'aqueduc est très présent physiquement, visuellement ou dans la mémoire collective, il aura une influence formelle dans le tissu bâti. Cela se traduit le plus souvent par un allongement des formes. Mais il ne semble toutefois pas y avoir de proportionnalité en largeur apparente et en hauteur. Il apparaît de manière générale une plus grande diversité de formes urbaines différentes à proximité. L'autre type d'influence formelle entrevue dans notre analyse est la reprise de l'élément fondamental de l'aqueduc, l'arcade, comme lien symbolique.

Deuxièmement, l'aqueduc, lorsqu'il représente une aménité pour le territoire, est recherché pour être observé. Il revêt une certaine beauté qui s'apparente à la notion du sublime et dont nous pouvons profiter au plus près, là où le rapport d'échelle entre l'homme et la machine est le plus perceptible, ou sur les points les plus élevés pour chercher à observer sa taille monumentale.

Troisièmement, il est sous toutes ses formes, un élément qui découpe le territoire. Ainsi, il génère des limites et des portes. Il permet un renouvellement de la morphologie urbaine d'un côté à l'autre de son volume et devient une ceinture qui densifie le tissu bâti.

Quatrièmement, la présence de l'aqueduc conditionne souvent l'utilisation des terrains en proximité directe. Il a engendré des routes qui sont restées entretenues pour son besoin au début et ont ensuite pris de l'importance par exemple. Il contribue donc à diriger les flux qui passent par ces routes. Mais il a aussi marqué les terrains achetés pour sa construction par son nom. Dans certains cas, c'est un vecteur avec des règles d'interaction précises (fig.12, zone de protection).

Je terminerai cette synthèse par une réflexion sur le rôle de l'aqueduc de la Vanne en tant qu'infrastructure et une comparaison quantitative aux infrastructures routières. L'aqueduc articule le territoire avec les autres grandes infrastructures telles que les voies ferrées et autoroutes, aussi bien enterrées qu'émergées.

Il segmente le territoire, participe à sa densification et lui apporte de potentielles nouvelles aménités dans tous les cas étudiés. Cette observation n'est évidemment pas une nouveauté. Au 20^{ème} siècle, Saverio Muratori, Vittorio Gregotti et Aldo Rossi s'intéressent au lien potentiel entre formes urbaines/architecturales et géographie.⁸⁶ Rossi déclarait que la géographie des territoires est inséparable de l'histoire

86

«PRIMARY ELEMENTS AND THE CONCEPT OF AREA, Geography and History; the Human Creation» [PDF]; sur le site internet de Cartha magazine; (consulté le 20 avril 2020); https://www.carthamagazine.com/wp-content/uploads/2016/09/18_CARTHA_2016_ISSUE-2_CARBONELL_

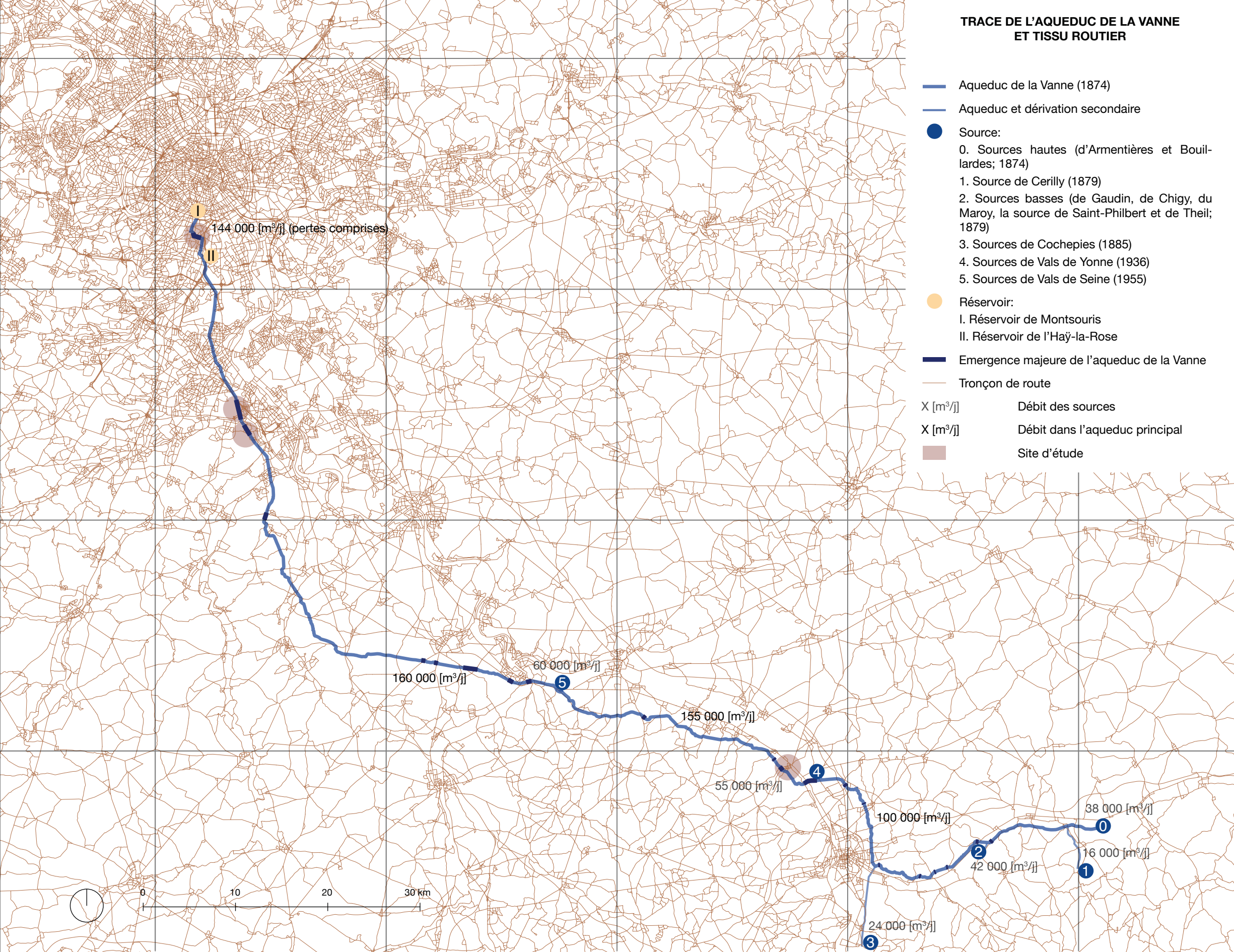
des villes.⁸⁷ Il a cherché pendant longtemps des formes d'habitations qui permettent d'articuler le territoire avant de conclure que c'étaient les constructions commerciales, industrielles, mais aussi les infrastructures, qui ont réellement le potentiel d'organiser à l'échelle territoriale.⁸⁸ A la différence des infrastructures routières, il y a toutefois un rapport d'échelle très distinct. L'aqueduc a une dimension précise liant les réservoirs parisiens à chacune des sources, avec des débits adaptés aux saisons dans les sources et un débit constant dans les réservoirs. Les routes, autoroutes et autres voies cheminent sur les territoires selon des besoins et des flux divers, presque infinis. En observant une telle maille, nous ne percevons pas leurs limites tant elles s'entremêlent (fig. 43). Un point dans cette maille de route ne peut être commensurable à la globalité du réseau viaire, à la différence du vecteur représentant l'aqueduc. Celui-ci garde une dimension à l'échelle territoriale où chacun des sites peut clairement se définir par son rapport de proportion à l'aqueduc, à son point d'arrivée final à Paris et ses sources. Nous allons donc observer cette relation de proportion de l'aqueduc, à ses sources secondaires, ses émergences et les sites urbains choisis.

Fig. 43. Ci-contre
Carte du tracé de
l'aqueduc de la Vanne
et sa relation aux tracés
routiers

87 Ibid
88 «PRIMARY ELEMENTS AND THE CONCEPT OF AREA, Geography and History; the Human Creation» [PDF]; sur le site internet de Cartha magazine; (consulté le 20 avril 2020); https://www.carthamagazine.com/wp-content/uploads/2016/09/18_CARTHA_2016_ISSUE-2_CARBONELL_

TRACE DE L'AQUEDUC DE LA VANNE ET TISSU ROUTIER

- Aqueduc de la Vanne (1874)
- Aqueduc et dérivation secondaire
- Source:
 - 0. Sources hautes (d'Armentières et Bouillards; 1874)
 - 1. Source de Cerilly (1879)
 - 2. Sources basses (de Gaudin, de Chigy, du Maroy, la source de Saint-Philbert et de Theil; 1879)
 - 3. Sources de Cochepies (1885)
 - 4. Sources de Vals de Yonne (1936)
 - 5. Sources de Vals de Seine (1955)
- Réservoir:
 - I. Réservoir de Montsouris
 - II. Réservoir de l'Haÿ-la-Rose
- Emergence majeure de l'aqueduc de la Vanne
- Tronçon de route
- X [m³/j] Débit des sources
- X [m³/j] Débit dans l'aqueduc principal
- Site d'étude



Pour observer la proportionnalité du tracé de l'aqueduc à son environnement, nous commencerons par le développer à l'horizontal pour avoir un élément de comparaison claire. Le vecteur de référence de base est la longueur de l'aqueduc dans sa globalité comprenant aussi ses dérivations secondaires.

Il apparaît alors clairement que chacune des parties de l'aqueduc est commensurable à sa totalité. Cela démontre aussi que les bras secondaires de l'aqueduc ne représentent qu'une petite portion de l'ensemble. Il faut en effet agrandir 9,5 fois le vecteur des aqueducs secondaires pour être équivalent à l'entier du vecteur de référence. Les parties les plus visibles et imposantes de l'aqueduc, les émergences majeures, se situent dans le même ordre de grandeur. La portion urbaine analysée de ces émergences ne représente au final qu'une minorité de la longueur avec son rapport de 33.

Nous pouvons continuer la subdivision en nous intéressant au rapport de l'aqueduc et des différents tissus urbains qu'il traverse. Nous observons que l'aqueduc est présent de façon similaire dans les contextes urbains denses (Courcouronnes, Arcueil et Cachan) et de périphérie urbaine (Ris-Orangis), mais qu'il n'est présent qu'en minorité dans un contexte plus en lien avec la campagne. En effet, entre les zones plus urbaines et la plus rurale, il y a un rapport de 9,5. Enfin, chacune des villes peut se définir dans sa position par rapport à l'aqueduc, qui agit alors comme un indicateur précis de leur position géographique.

Nous connaissons ainsi plus en profondeur les rapports de proportion qui lient l'aqueduc aux territoires que nous avons étudiés. Ces nombres sont certes une richesse pour notre étude, mais ils peuvent aussi définir des rapports utiles pour la conceptualisation d'une construction en lien avec l'ensemble de l'aqueduc. Ainsi, Pierre von Meiss parle de cette question des rapport de proportion qui peuvent être utiles dans un projet d'architecture, indiquant qu'ils peuvent être aussi bien: «mystique, symbolique ou anthropologique; ce qui importe à la fin, c'est la cohérence entre les parties».⁸⁹

Fig. 44. Ci-contre
Analyse graphique et
comparative des pro-
portions de l'aqueduc
de la Vanne

89 Meiss, Pierre von. De la forme au lieu + de la tectonique: une introduction à l'étude de l'architecture; 2014; p. 78

DÉVELOPPÉ DU TRACÉ DE L'AQUEDUC DE LA VANNE ET PROPORTIONNALITÉ

Aqueduc principal + secondaire	1 x
Aqueducs secondaires	9,5 x
Emergences majeures	12 x
Emergences majeures analysées	33 x

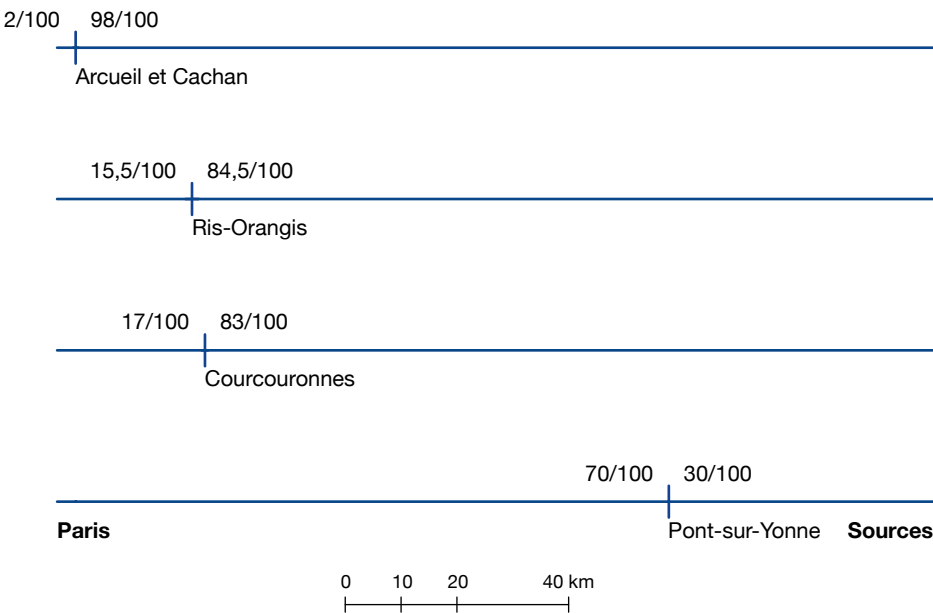
Par type de contexte

Emergences majeures analysées en contexte urbain dense	71,5 x
Emergences majeures en périphérie urbaine	66,5 x
Emergences majeures entre l'urbain et la campagne	653,5 x

Par Site

Arcueil et Cachan	158,5 x
Ris-Orangis	66,5 x
Courcouronnes	130 x
Pont-sur-Yonne	653,5 x

Rapport entre les sites d'étude, les sources et l'arrivée à Paris



III. CONCLUSION

VECTEUR DE GENÈSE URBAINE

Nous arrivons au terme de notre recherche. Le postulat de départ concernait une potentielle influence de l'aqueduc de la Vanne sur les constructions urbaines et une participation de celui-ci dans la définition des territoires qu'il parcourt tel que l'énonçait les anciens romains.

A travers l'étude des quatre sites sélectionnés, nous avons pu démontrer l'influence de l'aqueduc et comprendre ces influences avec l'aide de théories aussi bien contemporaines que vieilles de plusieurs siècles. Nous avons observé une influence urbaine, mais aussi territoriale. Nous en avons déduit des règles qui peuvent aider à l'élaboration de futures constructions.

De l'étude historique et constructive de l'infrastructure hydraulique, nous pouvons conclure que l'aqueduc de la Vanne garde une importance utilitaire et sanitaire fondamentale pour Paris et ce, pour encore plusieurs dizaines d'années. De plus, l'aqueduc a été construit à partir d'observations et de recherches basées sur ses prédécesseurs antiques. Plus que les seules méthodes de construction, il représente, comme chez les anciens, la marque d'une volonté politique forte qui cherche à montrer sa valeur à travers une construction impressionnante. Toutefois, il est aussi un outil primaire pour assainir la ville de la même manière que le prévoyait l'architecte romain, Frontin.⁹⁰ S'il n'est plus autant un moyen d'articuler le territoire rural de manière coloniale comme le faisaient les romains, l'aqueduc de la Vanne a conduit à une influence visible sur les constructions de proximité, mais aussi invisible avec des conditions strictes d'utilisation des sols. Il reste enfin un élément qui a construit le paysage. Si la notion de beauté invoquée pour décrire ces situations par les anciens est aujourd'hui difficilement employable tant elle est subjective, sa présence historique et sa constance utilitaire en font à elles-seules une présence formelle digne d'intérêt.

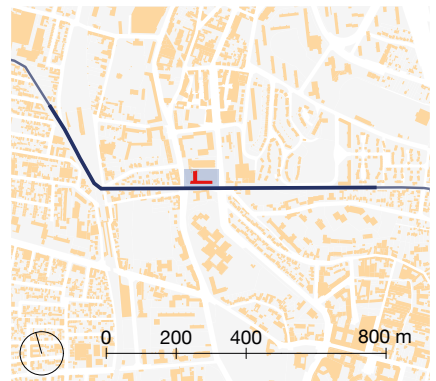
Ainsi l'eau, grâce à l'aqueduc, traverse de nombreux territoires sans jamais se faire percevoir. Toutefois, la machine est devenue une part de leur histoire et une force qui conduit à générer de nouvelles formes urbaines.

90 LEVEAU, Philippe; « AQUEDUCS, Antiquité », Encyclopædia Universalis Consulté le 1 juin 2020.
<https://www-universalis-edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedia/aqueducs-antiquite>

Lorsque cette étude a débuté, la fascination historique qu'elle revêtait a vite conduit à une interrogation sur la nature du projet qu'elle pourrait engendrer. Il paraît naturel de s'orienter sur un domaine éducatif et culturel, tel que des galeries ou musées en lien aux aqueducs et au travail de Belgrand. Toutefois, chaque site analysé a ses spécificités et besoins propres qui peuvent, soit conduire à un ajout de ces programmes, soit à une modification.

A Arcueil et Cachan, il est aujourd'hui difficilement accepté d'ajouter des constructions. Les villes sont urbanisées à 90%, elles tendent donc à chercher un renouvellement du bâti. Si les deux villes ont un lien historique important avec l'aqueduc, un rapide sondage de témoignages sur ces deux lieux, met clairement en évidence qu'Arcueil est la plus assimilée à l'aqueduc, mais aussi celle qui est la plus mal perçue : trop dense, trop de diversité de bâti dérangeante, manque d'éléments culturels et un patrimoine mal valorisé.⁹¹ Il apparaît donc que l'établissement d'un musée dédié aux aqueducs répondrait à deux demandes récurrentes de la communauté. Un site semble aussi être adapté à ce programme et avoir un rapport utile pour percevoir l'aqueduc. La barre qui s'oppose à l'aqueduc au creux de vallée a une position idéale, tant avec la machine qu'avec les infrastructures de transports publics. Elle est actuellement en déficit thermique (voir annexe) du fait de sa proximité à l'infrastructure qui l'ombrage aussi bien en été qu'en hiver. Une réaffectation de cette barre ou une destruction de celle-ci pourrait être un bénéfice pour la ville.

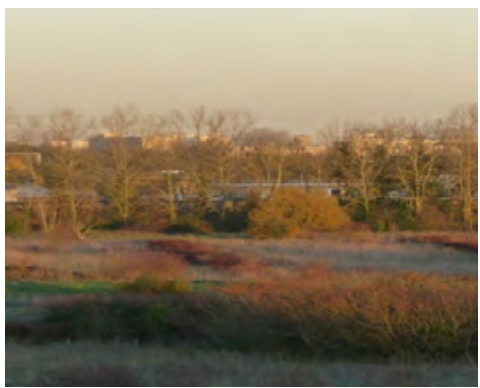
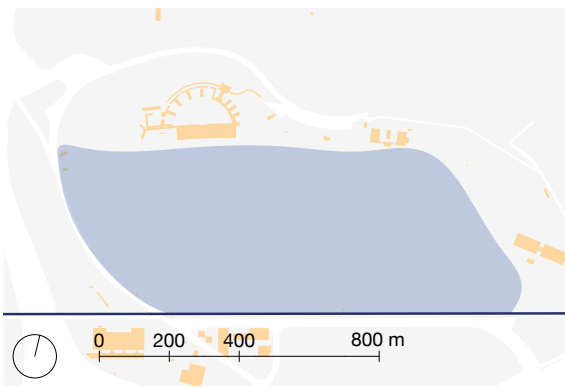
Fig. 45. Ci-contre plan et photos de zone de projet (en bleu et rouge) à Arcueil



91 « Témoignages sur Arcueil (94110, Val-de-Marne) » ; Consulté le 1 mai 2020; <http://www.linternaute.com/ville/arcueil/ville-94003/temoignages>. et « Témoignages sur Cachan (94230, Val-de-Marne) » ; Consulté le 1 mai 2020; <http://www.linternaute.com/ville/cachan/ville-94016/temoignages>.

A Ris-Orangis, l'aqueduc se situe dans une zone dont la volonté publique tend au développement d'un pôle sportif et culturel. Le principal espace mit en questionnement est celui de l'hippodrome. C'est donc une très grande surface à qui on demande une diversité programmatique, mais qui a la présence formelle de l'aqueduc la moins intéressante des cas étudiés. Ce site disposera d'une bonne connexion aux transports publics et autres communes avec la construction d'un nouveau tram.

Fig. 46. Ci-dessous plan et photo de zone de projet (en bleu) à Ris-Orangis



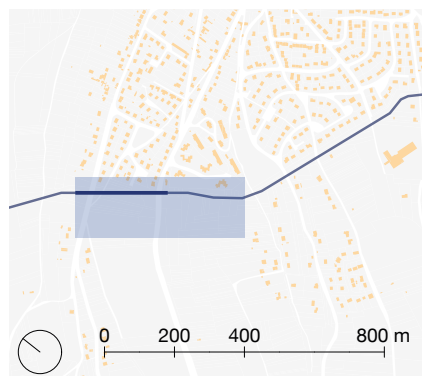
A Courcouronnes, la situation est quelque peu figée. Le plan local d'urbanisme ne laisse pas de place au développement à proximité de l'aqueduc (voir annexe). Nous pouvons observer une tendance à vouloir préserver les zones végétales et à peu renouveler les constructions déjà présentes, composées majoritairement de quartiers de maisons pavillonnaires.

Fig. 47. Ci-contre plan de projet éliminé à Courcouronnes



Fig. 48. Ci-dessous plan et photo de zone de projet (en bleu) à Pont-sur-Yonne

À Pont-sur-Yonne, l'aqueduc fait frontière entre les terrains ruraux, les champs agricoles et l'étalement des maisons individuelles de la ville. Si le logement individuel est majoritaire, les nouvelles formes urbaines à proximité de l'aqueduc montrent l'acceptation de nouveaux types de morphologies. L'espace constructible est conséquent, toutefois il manque une bonne connexion à des transports publics, bien que deux routes départementales soient en lien avec l'aqueduc. De plus, il faudrait minimiser l'impact sur la végétation omniprésente. La ville a une tendance à être un pôle de l'éducation pour la région de la vallée de l'Yonne. Il est donc raisonnable de vouloir renforcer cette force grâce à un pôle éducatif avec du logement à proximité de l'aqueduc. Une école d'ingénierie hydraulique avec une galerie dédiée aux aqueducs pourrait convenir à la ville des ponts.



Enfin, outre les quatre points énoncés dans la synthèse, il serait enrichissant de conceptualiser les liens à l'aqueduc de ces lieux, telle que la longueur du trajet de l'eau entre ces lieux, les sources et les réservoirs, mais aussi l'eau et le débit.

Entre ces lignes finales et les premiers mots écrits pour cet énoncé, le monde a profondément changé. Il s'est brusquement réduit, nous avons dû apprendre à vivre dans des limites plus restreintes qu'habituellement. Mais ce fut aussi un moment de redécouverte de nos territoires et d'éléments qui le composent. Si l'aqueduc de la Vanne est une richesse essentielle à la capitale française, il traverse de nombreux territoires. S'il ne peut leur donner l'eau qu'il contient, destinée à Paris, il peut inviter à être découvert.

IV. BIBLIOGRAPHIE

LIVRES

A.Ferlenga, *Architectua del mundo : Infrastrutture, mobilità, nuovi passaggi*, Bologne, Editrice; Compositori, 2012.

Alberti, Leon Battista; *De Re aedificatoria*; Tres Cantos: Akal, 2007.

Alberti, Leon Battista, Pierre Caye, et Françoise Choay; *L'art d'édifier; Sources du savoir*; Paris: Seuil; 2004.

Alonzo, Éric; *L'architecture de la voie: histoire et théories*; Champs-sur-Marne: Marseille: École d'architecture de la ville & des territoires; Éditions Parenthèses; 2018.

Belgrand, Eugène; *L'eau et Paris = Paris and water: extraits des Mémoires du baron Haussmann (éditions Victor-Harvard, 1893), extraits du Mémoire sur les eaux de Paris, d'Eugène Belgrand (éditions Dunod, 5 tomes, de 1873 à 1887), [Archives secrètes]*; Paris: Albin Michel; 2009.

Belgrand, Eugène; *Les travaux souterrains de Paris ATLAS*, Tome 1; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris ATLAS*, Tome 2; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris ATLAS*, Tome 3; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris ATLAS*, Tome 4; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris ATLAS*, Tome 5; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris*, Tome 1; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris*, Tome 2; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris*, Tome 3; Dunod (Paris); 1872

-; *Les travaux souterrains de Paris*, Tome 4; Dunod (Paris); 1872.

-; *Les travaux souterrains de Paris*, Tome 5; Dunod (Paris); 1872.

Choay, Françoise; *L'allégorie du patrimoine*; La Couleur des idées; Paris: Editions du Seuil, 1992.

Deutsch, Jean-Claude, et Isabelle Gautheron; *Eaux pour la ville, eaux des villes: Eugène Belgrand, XIXe-XXIe siècle*; Paris: Presses des Ponts; 2013.

Donati, Gérard, Leon Battista Alberti; *Leon Battista Alberti: vie et théorie*; Bruxelles; Liège: P. Mardaga; 1989.

Edmund Burke; *Recherches philosophiques sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*; Vrin; 1990.

Gaillard, Marc, et Claude Abron; *L'eau de Paris*; Amiens: Martelle, 1995.

Koolhaas, Rem; *Delirious New York: A Retroactive Manifesto for Manhattan*; London: Thames and Hudson, 1978.

Laroque Didier; *Le Discours de Piranèse, L'ornement sublime et le suspens de l'architecture*; La Passion; 1999;

Meiss, Pierre von; *De la forme au lieu + de la tectonique: une introduction à l'étude de l'architecture*; 2014.

Picon, Guillaume; *Les patrimoines de l'eau*; Paris: Editions du patrimoine; Centre des monuments nationaux; 2019.

Piranesi, Giambattista, et Antonio Giuliano; *Della magnificenza ed architettura de' Romani*; Milano: Il polifilo; 1993.

Rossi, Aldo, et Françoise Brun; *L'architecture de la ville*; Gollion (Suisse): Infolio, 2016.

Rowe, Colin, Fred Koetter, et Kenneth Hylton; *Collage city*; Gollion (Suisse): Infolio, 2005.

Shannon, Kelly, et Marcel Smets; *The Landscape of Contemporary Infrastructure*; Rotterdam: naio10 publ; 2016

Vitruvius, et Claude Perrault; *Les dix livres d'Architecture de Vitruve: corrigez et traduits nouvellement en François; avec des notes et des figures*; Paris: Coignard, 1684; Bruxelles: Mardaga; 1979; livre VIII.

Whately, Thomas; *l'art de former les jardins modernes, ou l'art des jardins anglais*; Paris: hachette livre-bnf; 2013.

ARTICLES ET RAPPORTS

«1.Rapport_de_presentation_PLU CACHAN» [PDF]; sur le site internet:<https://www.ville-cachan.fr/cachan-pratique/logement-et-urbanisme/148-urbanisme/277-le-plu/>; (consulté le 25 avril 2020)

«1-Rapport-de-présentation-Tome-1» [PDF]; sur le site <http://www.mairie-ris-orangis.fr/ville/travaux/plan-local-durbanisme-plu/>; (consulté le 22 avril 2020)

«2.1. Diagnostic et état initial de l'environnement» [PDF]; sur le site internet: <https://www.evrycourcouronnes.fr/cadre-de-vie/plan-local-durbanisme-plu/>; (consulté le 24 avril 2020)

«Diagnostic territorial et état initial de l'environnement» [PDF]; par demande au service de l'urbanisme des communautés des communes Yonne Nord; (consulté le 21 avril 2020)

«PLU2017_Diag_territorial» [PDF]; sur le site internet: <https://www.arcueil.fr/plu-en-vigueur/>; (consulté le 20 avril 2020)

«Primary elements and the concept of area, geography and history»; the human creation» [PDF]; sur le site internet: de Cartha <https://www.carthamagazine.com/magazine/>; (consulté le 20 avril 2020)

«Protection Sanitaire des Aqueducs de la Ville de Paris» [PDF], http://www.bourgogne-franche-comte.developpement-durable.gouv.fr/de_l'aménagement_et_du_logement_de_Bourgogne (consulté le 1 juin 2020)

Favé Général; *Discours au nom de l'Académie des Sciences*, Compte-rendus des Séances de l'Académie des Sciences; 8 avril 1878; Vol. LXXXVI; n°14.

Jasper, Michael; *An Architectural-Urban Strategy: Re-reading Rowe and Koetter's Collage City*; 2017.

Novarina Gilles; *Bernardo Secchi ou les paradoxes de l'urbanisme*; in: Revue Urbanisme; n°339; nov.-déc.; 2004.

SITE INTERNETS ET ENCYCLOPÉDIES

GRHL; *HISTOIRE LOCALE DE RIS-ORANGIS*, «*L'HIPPODROME D'ÉVRY-RIS-ORANGIS Groupe Rissois d'Histoire Locale-Association*»; Consulté le 27 mars 2020; <http://grhl.fr/2019/08/l-hippodrome-de-ris-orangis-evry.html>.

Témoignages sur Arcueil (94110, Val-de-Marne) »; Consulté le 1 mai 2020: <http://www.linter-naute.com/ville/arcueil/ville-94003/temoignages>.

Témoignages sur Cachan (94230, Val-de-Marne) » ; Consulté le 1 mai 2020: <http://www.linter-naute.com/ville/cachan/ville-94016/temoignages>.»

LEVEAU, Philippe; «*AQUEDUCS, Antiquité*»; Encyclopædia Universalis; Consulté le 1 juin 2020; <https://www-universalis--edu-com.rpnet.bnf.fr/encyclopedie/aqueducs-antiquite/>.

V. CRÉDITS D'IMAGE

Toutes les images ont été utilisées avec l'autorisation de l'auteur ou sous licence Creative Commons. Toutes les orthophotos sont utilisées par les droits accordés par Google.

- Fig. 1. Illustration, De Architectura; livre VIII, illustration, licence CC, page 9
Fig. 2. Tableau, Collection The Art Institute of Chicago, licence CC, page 11
Fig. 3. Carte; Picon, Guillaume; *Les patrimoines de l'eau*; Paris: Editions du patrimoine; Centre des monuments nationaux; 2019; droit d'auteur; utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 13
Fig. 4. Illustration de l'auteur, page 14
Fig. 5. Plan, BnF (gallica), licence CC, page 15
Fig. 6. Carte; Picon, Guillaume; *Les patrimoines de l'eau*; Paris: Editions du patrimoine; Centre des monuments nationaux; 2019; droit d'auteur; utilisation avec l'accord du propriétaire des droits; page 15
Fig. 7. Photographie; Arnaud Bouissou; droit d'auteur, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits; page 15
Fig. 8. Tableau, réalisation de l'auteur, page 16
Fig. 9. Plan, BnF (gallica), licence CC; page 20
Fig. 10. Plan, BnF (gallica), licence CC, page 24
Fig. 11. Illustration de l'auteur, page 24
Fig. 12. Illustration de l'auteur, page 26
Fig. 13. Dessin, Wikimedia, licence CC, page 30
Fig. 14. Tableau, réalisation de l'auteur, page 32
Fig. 15. Illustration de l'auteur, page 33
Fig. 16. Illustration de l'auteur, page 34
Fig. 17. Illustration de l'auteur, page 34
Fig. 18. Illustration de l'auteur, page 35
Fig. 19. Illustration de l'auteur, page 35»
Fig. 20. Illustration de l'auteur,, page 36
Fig. 21. Illustration de l'auteur page 38
Fig. 22. Illustration de l'auteur, page 40
Fig. 23. Illustration de l'auteur, page 42
Fig. 24. Illustration de l'auteur, page 44
Fig. 25. Photos et orthophoto, Google-street/earth, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 46
Fig. 26. Illustration de l'auteur, page 47
Fig. 27. Photos, Google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 48
Fig. 28. Orthophoto, Google-earth, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 54
Fig. 29. Illustration de l'auteur, page 56
Fig. 30. Illustration de l'auteur, page 58
Fig. 30. Illustration de l'auteur, page 58
Fig. 31. Illustration de l'auteur, page 61
Fig. 32. Photos, Google-street et service d'urbanisme de Ris-Orangis, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 63
Fig. 33. Illustration de l'auteur, page 68
Fig. 35. Illustration de l'auteur, page 70
Fig. 36. Illustration de l'auteur, page 73
Fig. 37. Photos, Google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 74
Fig. 38. Illustration de l'auteur, page 78
Fig. 39. Illustration de l'auteur, page 80

Fig. 40. Illustration de l'auteur, page 82
Fig. 41. Illustration de l'auteur, page 85
Fig. 42. Photos, Google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 86
Fig. 43. Illustration de l'auteur, page 92
Fig. 44. Illustration de l'auteur, page 94
Fig. 45. Illustration de l'auteur et photos google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 97
Fig. 46. Illustration de l'auteur et photos google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 98
Fig. 47. Illustration de l'auteur et photos google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 98
Fig. 48. Illustration de l'auteur et photos google-street, utilisation avec l'accord du propriétaire des droits, page 98
Fig. 49. Illustration de l'auteur, page 109
Fig. 50. Carte, apur, droit d'auteur; utilisation avec l'accord du propriétaire des droits page 112
Fig. 51. Plan de zonage et dessin de repérage de terrains libres de Courcouronnes, page 114
Fig. 52. Plan, BnF (gallica), licence CC, page 115

VI. ANNEXES

PATRIMOINE HYDRAULIQUE REMARQUABLE DE BELGRAND,
RECHERCHE PRÉLIMINAIRE,
p. 106

EXTRAIT D'INTERVIEW,
p. 108

TABLEAUX DESCRIPTIFS DÉTAILLÉS DE L'AQUEDUC DE LA VANNE,
p. 109

DOCUMENT DES SERVICES DE L'URBANISME DE PARIS,
p. 112

DOCUMENTS DES SERVICES DE L'URBANISME DE COURCOURONNES,
p. 113

DESSINS D'EUGÈNE BELGRAND
p. 115

PATRIMOINE HYDRAULIQUE REMARQUABLE

	Plans originaux	État actuel	Éléments conservés
Aqueduc de la Vanne	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Complet
Aqueduc de la Dhuis	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Partiellement utilisé, 700m bétonné	Partiellement dans son état original
Regards et châteaux d'eau divers	Tome 3, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Divers: aussi bien en service que simple sculpture urbaine	Généralement dans leur état original
Réservoir de Menilmontant	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Complet avec des modifications de matériaux et adaptation aux nouvelles technologies
Réservoir de Montrouge (Montsouris ou de la Vanne)	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Complet avec des modifications de matériaux et adaptation aux nouvelles technologies
Réservoir de Passy	Mémoire sur les réservoirs de Passy, dans Annales des ponts et chaussées	Partiellement en service	L'ensemble est conservé en état de construction, y compris la machine à vapeur gardien
Usine d'Auteuil	Photos temporaires prise aux pavillons des eaux	En partie réaffecté, en cours de classification au patrimoine	Inconnu
Usine d'Austerlitz	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Restructuré en une nouvelle usine d'eau non-potable	Inconnu
Usine D'Isles-les-Meldeuses	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Machineries et bâtiment inscrits au patrimoine
Usine de Chigy	Mentionné dans le Tome 2, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Aucune inscription au patrimoine
Usine élévatrice de Trilbardou	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Complet
Usine hydraulique de la forge	Mentionné dans le Tome 2, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	Complet et en service	Complet
Usine hydraulique de St-Maur	Tome 4, Les travaux souterrains de Paris, Belgrand E.	fermé	Inconnu
			Notes:
			« Inconnu » signifie que soit l'ouvrage n'a pas été mentionné dans les premières sources ne sont pas connus.
	En service	10 en service complet ou partiel	E. Belgrand fut en charge de la conception de l'auteur direct.

DE BELGRAND, RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

és	Année de construction	Année de changement d'état	Position	Remarques
	Construit entre 1867-74	Inconnu	De Paris intra-muros à des positions éloignées de la ville	Chef d'oeuvre de Belgrand de 173 km, dessert le réservoir de Montsouris et de Hay-les-Roses
iginel	Construit entre 1870-73	Vide depuis 2009 à partir d'Annet-sur-Marne	De Paris intra-muros à des positions éloignées de la ville	Aqueduc sous-terrain dont certains tronçons sont devenus privé.
ornel	Divers: 17 ^{ème} -début du 20 ^{ème} siècle	Inconnu	Aussi bien dans Paris intra-muros que dans un contexte rural	Diverses infrastructures permettant la vérification et le contrôle des eaux des aqueducs. Il y a un exemple d'ouvrage habité.
ns des nouvelles	Achévé en 1855	Inconnu	20ème arrondissement, Paris intra-muros	Inconnu
ns des nouvelles	Construit entre 1869-74	Inconnu	14ème arrondissement, Paris intra-muros	Questionnement politique sur la possibilité d'aménager la toiture végétalisée
tat depuis la son du	Construit entre 1858-66	Ajout de nouveaux bassins en 1898 et fin de service de 2 bassin depuis 2012	16ème arrondissement, Paris intra-muros	Différentes propositions de réhabilitations depuis 2012: logement, bains thermaux, restaurant et viticulture (concours gagné le plus récent)
	1828 en tant que pompe à feu	Fin 19 ^{ème} en tant qu'usine élévatrice	16ème arrondissement, Paris intra-muros	Réhabilitation après la mort de Belgrand pour fournir assez d'eau à l'extension du réservoir de Passy de Belgrand, aujourd'hui recherche d'un nouveau programme pour la cour entre les deux
	Construit en tant que station de pompage en 1863	1994, inauguré en tant qu'usine moderne	13ème arrondissement, Paris intra-muros	Principalement sous-terrain et surnommé Beaubourg sous-terrain. Belgrand n'est pas l'auteur des plans mais plutôt le commanditaire.
t au	Achévé en 1867	Inscrit au patrimoine depuis 1987	Seine-et-Marne, Congis-sur-Thérrouanne	Belgrand n'est pas l'auteur des plans mais plutôt le commanditaire.
ine	Achévé en 1874	Aucun changement apparent	Les Vallées-de-la-Vanne, Chigy	Usine élévatrice à base de roue motrice, questionne sur l'utilité d'une telle infrastructure au vu de son efficacité.
	Achévé en 1865	1973, ajout de machinerie électrique qui alimente désormais principalement en eau le canal et inscrit au patrimoine en 1989.	Seine-et-Marne, Trillbardou	Belgrand n'est pas l'auteur des plans mais plutôt le commanditaire.
	Inconnu	Inconnu	Les Vallées-de-la-Vanne, Forge	Belgrand n'est pas l'auteur des plans mais plutôt le commanditaire.
	Mi-19 ^{ème}	Fermeture de l'usine en 2016	Saint-Maur-des-Fossé, périphérie de Paris	Recherche en cours pour une réhabilitation depuis 2019

Information n'a pas encore été trouvée ou bien que les s assez claires. D'autres ouvrages remarquables sont construits après la mort de Belgrand par ces successeurs (Fin 19^{ème}-début 20^{ème} : l'aqueduc de Loing, Avre et Voulzy (secondaire de celui de Loing)

outes ces infrastructures mais n'en fut pas forcément

EXTRAIT D'INTERVIEW
RESPONSABLE DU PÔLE POLITIQUE PATRIMONIALE, EAU DE PARIS
MERCREDI 11 MARS

Quel rôle a l'aqueduc de la Vanne aujourd'hui dans le réseau parisien et quelles sont vos futurs projets avec celui-ci?

«L'aqueduc de la Vanne continue à desservir les réservoirs d'eau potable de Montsouris et Haÿ-les-roses. Il fait partie de la catégorie des ouvrages d'art les plus fiables que nous avons à disposition. Comme vous pouvez le voir sur la carte d'entretien de notre réseau (pointe son écran d'ordinateur), les canaux des aqueducs du Avre et du Loing sont ponctuellement indiqués pour un entretien ou une réparation. Si on observe maintenant, les canaux de l'aqueduc de la Vanne, ils sont actuellement, tous, dans un état optimal. C'est dû aux fortes pressions que subissent les aqueducs où l'eau est conduite par une impulsion mécanique constante. L'aqueduc de la Vanne conduit l'eau par gravité ce qui limite l'obsolescence de ces canaux, moins mis sous pression.» «... Il a été surdimensionné pour s'assurer d'une bonne résistance.» «...J'ai pour responsabilité de mettre en place un plan de gestion du patrimoine hydraulique d'Eau de Paris sur les 35 à 40 prochaines années, l'aqueduc de la Vanne fait partie des ouvrages d'art qui maintiennent leurs rôles.

Quelle leçon tirez-vous du travail constant avec ces infrastructures centenaires?

«Je pense qu'il est nécessaire de préserver le savoir des anciens savants, qui se perd facilement. Mes collègues en sont la preuve, ils oublient les solutions qu'ils ont eux-mêmes trouvés des années avant. Si nous ne veuons pas à garder vivant ce savoir, dans un système clair. Il disparaîtra.»

TABLEAUX DESCRIPTIFS DÉTAILLÉS DE L'AQUEDUC DE LA VANNE

SOUTERRAINS

Situation	Désignation	Longueur en développé [m]
<i>Département de l'Yonne</i>		
Commune de Flacy	Souterrain de Flacy	523,15
Commune de Villeneuve-l'Archevêque	Souterrain de Pique	751,1
Commune de Pont-sur-Yonne	Souterrain de la poste de Theil	604,4
Commune de Pont-sur-Yonne	Souterrain de Beaujeu	784,7
Commune de Villemanoche	Souterrain de Chailleuse	838,3
Commune de Villemanoche	Souterrain de Champigny	1428
Commune de Saint-agnan	Souterrain de Gerjus	1 619,6
<i>Département de Seine-et-Marne</i>		
Commune de Brosse-Montceaux	Souterrain de Brosse-Montceaux	1469,6
Commune d'Esmans	Souterrain de Tertre-Doux	602
Commune de Ville-Saint-Jacques	Souterrain de Ville-Saint-Jacques	2 207,7
Commune de Fontainebleau	Souterrain de Bouligny	1 397,9
Commune de Fontainebleau	Souterrain de Salamandre	3 067,5
Commune d'Arbonne	Souterrain d'Arbonnes	1 282,5
Commune de Milly	Souterrain de Coquibu	1190
Commune de Courances	Souterrain de Thurelles	1 002,6
Commune de Champcueil	Souterrain de la Padole	970,4
Commune de Champcueil	Souterrain de Beauvais	2 073,3
Commune de Savigny	Souterrain de Champagne	1544,7
Commune de Paray	Souterrain de Rungis	2 281,3
<i>Département de la Seine</i>		
Commune de Rungis	Souterrain de Rungis	516,2
Commune de l'Ha�	Souterrain de l'Ha�	2 800,25
Petits souterrains sur toute la dérivation	-	12 944,7
TOTAUX		41 900

Fig. 49. Tableaux des éléments de l'aqueduc de la Vanne

ARCADES

Désignation	Nombre d'Arcades	Ouverture de chaque arcade [m]	Longueurs Totales [m]
Arcades de l'aqueduc collecteur (Monteaudouard, Chigy, Pont-sur-Vanne, poste de Theil, Beauregard,etc.)	x	x	1 103,4
Arcades de Cuy	34	6	300,2
Arcades de Fresnes	70	7	397,2
Arcades du Pont-aqueduc de Pont-sur-Yonne	28	6	240
	2	8	
Arcades des Sablons	171	4	835,7
	2	30	
Arcades du Grand-Maître	121	7	2 000
	75	12	
	16	4	
Arcades de Nemours	46	6	459,5
	1	12	
	1	30	
	11	4	
Arcades de la routes d'Orléans	47	6	414,8
	1	12	
	1	30	
Arcades de Chevannes	307	4	1 613
Arcades de Courcouronnes	244	4	1 207,5
Arcades de Ris-Orangis	504	4	2 360,5
Arcades du Pont-aqueduc d'Arcueil	77	10	990,25
Arcades d'extrémités de siphons	x	x	4928.4
TOTAUX			16 600

SIPHONS

Noms	Nombre d'arcades	Ouverture de chaque arcades [m]	Longueur Horizontale [m]	Longueur en développé [m]
Siphon de Chigy			1389,7	1420,8
_Pont sur la vanne	1	10		
_Passage sur voie ferrée	1	16,5		
Siphon de Saligny			456,3	468,6
_Pont sur rue	1	4		
Siphon de Soucy			551,9	567,4
_Pont sur ruisseau	1	6		
Siphon d'Yonne			3719	3757
_Arcades	154	6		
_Pont sur chemin	2	8		
_pont sur ruisseau	1	22,6		
_Sur route nationale	1	40		
_Sur rivière	3	30		
_Sur chemin de fer	1	22,6		
Siphon d'Oilly			368,8	380,35
Siphon de Villemanoché	20	6	512,6	518,7
Siphon d'Aigremont			665,1	670,7
Siphon de Chevissois			337	340,9
Siphon de Moret-sur-Loing				
_Sur la rivière d'Orvanne	2	12		
_Sur le canal du Loing	1	30		
_Sur chemin	1	35		
_Sur rivière	1	30		
_Sur sol	3	30		
_Arcades	45	8		
Siphon d'Ardonne			497	507,3
Siphon de Montrouget			1000,2	1015,2
_Pont sur rivière	7	10		
Siphon d'Ecolle			1910	1925,4
Siphon d'Essonne			1431	1451
Siphon d'Orge			1970,5	1971,6
_Pont sur rivière	1	16		
_Ponceau sur rivière	1	2		
_Pont-tunnel	1	14,4		
Siphon du Montrouge			275,3	275,3
Siphon sous rue parisienne			375	375
Petits Siphons et conduites forcées des aqueducs secondaires			3524,2	3524,2
TOTAUX			21 319,8	21 500



Source : Apur - MNE 2012

Fig. 50. Cadastre solaire de zone de la gare d’Arcueil et de Cachan



PLAN LOCAL
D'URBANISME

5.1. Plan de zonage général

Échelle 1 : 5 000

Approbation de la révision du Plan local d'urbanisme par
délibération du Conseil Municipal en date du 22 juin 2017



Légende

- Limite de zone
- Linéaire commercial à préserver (Article L.151-16 du Code de l'Urbanisme)
- Emplacement réservé (Article L.151-41 du Code de l'Urbanisme)
- Espace boisé classé (Article L.113-1 du Code de l'Urbanisme)
- Espace paysager à protéger (Article L.151-19 du Code de l'Urbanisme)
- Espace participant à la trame verte d'agglomération (Article L.151-19 du Code de l'Urbanisme)

EMPLACEMENTS RÉSERVÉS

N°	Dénomination	Superficie	Montant
1	Zone 25/0000	10.000 m²	100
2	Zone 25/0000	10.000 m²	100

Carte de repérage des espaces libres (en friche ou non bâtis) ou repérés :



Fig. 51. Plan de zonage et dessin de repérage de terrains libres de Courcouronnes

DÉSSINS D'EUGÈNE BELGRAND

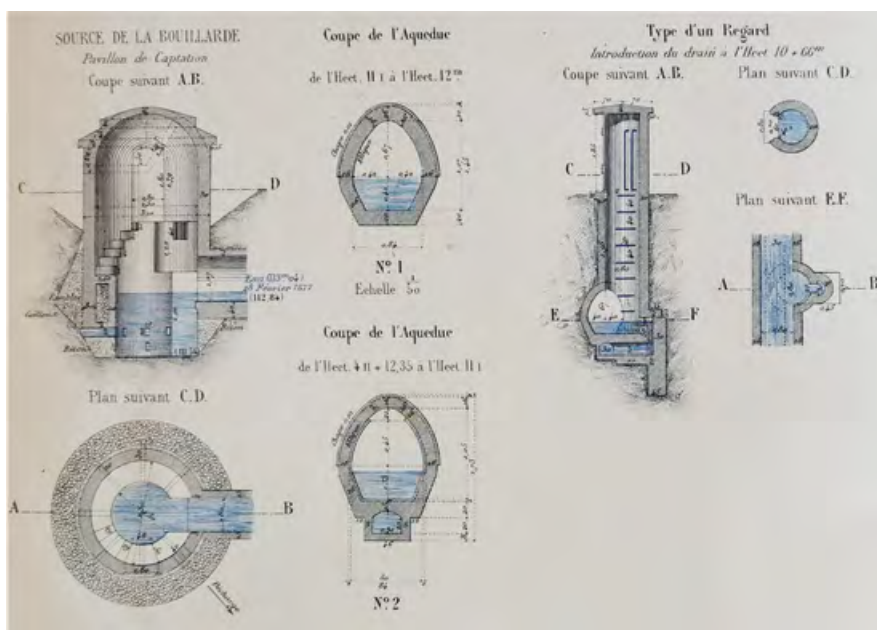


Fig. 52. Dessins de la source d'origine de l'aqueduc de la Vanne et type de regard

« *Chaque chose retourne à son origine et à sa source.* »
Proverbe hindoustani, Le livre des proverbes de l'hindoustani

