



HAL
open science

Vers un projet urbain pour des terres urbaines ?

Youssef Yd Diab, Mathieu Fernandez

► **To cite this version:**

Youssef Yd Diab, Mathieu Fernandez. Vers un projet urbain pour des terres urbaines ?. La terre dans tous ses états, 2020, 9782859785307. halshs-03188020

HAL Id: halshs-03188020

<https://shs.hal.science/halshs-03188020>

Submitted on 1 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Vers un projet urbain pour des terres urbaines ?

Youssef Diab¹

Mathieu Fernandez²

Cet article a été publié dans l'ouvrage : Landau B. & Diab Y. (sous la direction de), *La terre dans tous ses états*, Presses des Ponts et Chaussées, pp. 97-110. Seules la mise en page des figures et la pagination ont été modifiées.

Nous présentons dans cet article des éléments visant à affiner l'approche spatiale et temporelle entourant le sujet des terres urbaines à Paris. Un premier point propose des jalons destinés à montrer que le flux des terres est historiquement – et par-là prospectivement – lié aux origines urbaines de l'aménagement et du génie¹. Des résultats récents de métabolisme territorial à Paris posent ensuite les jalons quantitatifs² et des résultats cartographiques délimitent des bornes spatiales pour l'étude du phénomène. Un point est fait sur les notions juridiques qui fixent et impactent régulièrement une actualité concernant les acteurs du secteur. Enfin, un projet récent fournit un exemple illustrant une piste de solution aux dérèglements actuels.

L'hypothèse selon laquelle la gestion du flux des terres doit être placée dans un contexte spatio-temporel élargi nous amène enfin à discuter de résolutions possibles des contradictions révélées par les temporalités de leur mise en œuvre. Les différentes visions des enjeux relatifs aux évolutions des politiques territoriales en lien avec l'économie circulaire et la durabilité imposent bien une vision nouvelle de cette problématique, à l'image d'autres services urbains tels que l'eau, les déchets ou l'énergie³.

1 Un génie urbain refondé

À l'aune du développement durable, les changements qui s'opèrent dans la matérialité de la ville semblent inversement proportionnels à ceux qui touchent les modes de vie. La forme physique de la ville ne se modifie pas très vite et la société de l'information n'a pas encore imprimé sa marque sur la morphologie et le paysage urbains. Une telle résistance matérielle, ou faible élasticité au changement, est par exemple due à la prégnance des trames urbaines façonnées par les réseaux de voirie. En effet, l'immutabilité des plans de rue est l'une des raisons de la lenteur des transformations de la configuration des villes. La ville est avant tout une entité relationnelle, même si elle peut être considérée, selon certains points de vue, comme une collection d'objets ou d'édifices. Elle n'est pas une « fabrique », selon l'expression à la mode, mais une « coexistence », un jeu de relations entre flux et lieux qui ne sont liés entre eux ni formellement ni visuellement⁴.

¹ Professeur en génie urbain à l'université Gustave Eiffel, membre du Lab'Urba, directeur scientifique de l'École des ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP)

² Chercheur post-doctoral : Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)/CNRS et Conservatoire national des arts et métiers (HT2s)

Ces réflexions nous ont amené à refonder le génie urbain. Ce génie urbain refondé est issu d'une réflexion de chercheurs pour préparer un projet scientifique analysant les articulations entre techniques et innovations urbaines, les enjeux des villes de demain et les jeux d'acteurs. Ces compétences sont mises au service de la compréhension de la complexité d'un projet multi-échelles dont la temporalité ne correspond ni aux agendas politiques ni au rythme de réflexion des chercheurs. Par cette approche, le génie urbain refondé ne peut pas relever d'une discipline ni d'un champ disciplinaire. La recherche en génie urbain, située à l'interface des sciences urbaines et des sciences de l'environnement, au sens large de ces deux domaines, s'intéresse aux outils d'aide à la décision qu'il faudrait proposer aux collectivités territoriales et aux autres acteurs concernés ⁵.

Le génie urbain refondé se différencie de celui préconisé au siècle dernier, qui se définissait comme l'art de concevoir, de construire ou de gérer les réseaux. Il existe désormais une approche globale de la ville qui cherche à améliorer l'efficacité et la productivité des aménagements et des services, qu'ils soient en réseaux ou non. Les notions de créativité et d'innovation prennent tout leur sens dans cette nouvelle approche qui doit permettre d'aider les villes à intégrer les enjeux du développement durable. Les deux éléments fondateurs de la doctrine scientifique du génie urbain refondé sont le décloisonnement et la complexité ⁶.

Le génie urbain et son évolution récente contribuent à la refonte de la recherche sur la ville et à sa modernisation. Si la notion de génie urbain est interrogée à intervalle régulier sur sa pertinence en tant que champ disciplinaire ⁷, c'est sans doute le découpage disciplinaire classique lui-même qui est devenu inadéquat voire obsolète. Pour dépasser un urbanisme de plan, il est essentiel de changer les cadres de pensée, les modes de production et de gestion de l'urbain. L'enjeu n'est plus de les séparer par phase ou par acteur, mais de viser des approches intégratives des acteurs, des enjeux et, surtout, des phases de vie des ouvrages et par conséquent des projets. Les terres inertes, dont nous allons voir qu'elles constituent à la fois l'archétype de la matérialité urbaine, au cœur des métiers du génie urbain, et le sujet environnemental pour un projet urbain large et renouvelé, nous semblent parfaitement valider ces changements d'approches récents.

2 Mais depuis toujours dans la terre

La réalité du génie urbain en tant que pratique historique est aisée à cerner. Poursuivant au XVIII^e siècle la mise en place par l'État de corps d'ingénieurs ayant pour objet un certain nombre de travaux liés à l'aménagement du territoire – comprenant sa défense, son équipement, l'efficacité de son exploitation et, plus généralement, sa proto-industrialisation –, des commandes émanent des territoires urbains vers le tournant du XIX^e siècle. Les problématiques techniques deviennent alors spécifiques et fortement liées à un milieu dense et fortement anthropisé. Complexe d'un point de vue matériel et social, ce milieu nécessite l'adaptation par les ingénieurs de techniques éprouvées par ailleurs.

Dans le cas parisien, un archétype de projet fondateur peut être trouvé dans celui de l'assainissement et de l'adduction d'eau, c'est-à-dire de la réticulation générale des rues initiée au début du XIX^e siècle sur commande étatique ⁸. L'ingénieur du corps des ponts et chaussées Pierre-Simon Girard est chargé de diriger des travaux parfaitement qualifiables *a posteriori* de génie urbain selon les récents essais de définitions ⁹. La problématique des terres urbaines, interrogée par le colloque *La terre dans tous ses états*, est posée dans des termes déjà bien proches dans les archives de ces grands travaux. P.-S. Girard décrit par exemple ainsi les excavations des tranchées réalisées, à Paris, à la suite de l'achèvement du bassin de La Villette en 1808 :

« En supposant qu'un terrassier, de force ordinaire, fouille et jette sur berge 5 mètres cubes de terre par jour, il faudra employer journellement trente-six terrassiers ; lesquels, répartis sur une longueur de 90 mètres, jetteront, par mètre courant, 2 mètres cubes de déblais sur les berges ; ce qui ne pourra obstruer le passage des voitures. Chaque voiture doit occuper, avec son attelage, environ 5 mètres de longueur : ainsi il pourrait y en avoir dix-huit en charge à-la-fois, sur la longueur de 90 mètres.

Le temps de la charge d'une voiture, y compris celui perdu par l'effet des embarras du chantier, est évalué à une demi-heure : ainsi l'on pourrait effectuer dans une heure le chargement de trente-six voitures, si elles se succédaient sans interruption ; et dans l'espace de dix heures ou d'une journée de travail, on pourrait transporter, soit au remblais au-dessus des voûtes, soit aux décharges publiques, la quantité de 360 voies, équivalentes à-peu-près à 360 mètres cubes de déblais¹⁰. »

Il apparaît ici que l'ingénieur, maître d'œuvre de la pose du réseau, est amené à quantifier le terrassement, la puissance du travail, le flux et le stockage temporaire des extractions, la congestion urbaine, le transport, la mise en décharge ou le réemploi des déblais extraits. Il remarque également plus loin que « dans les grandes villes, [...] le pavé des rues est ordinairement établi sur des remblais et des terres rapportées¹¹ », ce qui est une observation précoce de la complexité des sols urbains anthropisés.

Cet épisode de planification peut être observé comme une potentielle initialisation des très nombreux travaux commandités en milieu urbain au XIX^e siècle et arasant le substrat comprenant la pose d'égouts, l'approvisionnement en eau par des aqueducs, le remblaiement de carrières, la constitution de parcs, l'extension ou la réalisation de nouveaux réseaux routiers et de voies ferrées, la réalisation de percées, la gestion technique et logistique des démolitions liées. Chacun nécessite son lot d'excavations et de flux massifs de matériaux impactant des zones périphériques de décharges. La pensée d'une organisation de services territoriaux au profit du cœur urbain dense a connu son apogée avec les travaux initiés par Eugène Belgrand pour l'assainissement parisien.

L'interaction permanente observée entre l'organisation technique urbaine traditionnelle et la gestion des terres est conceptuellement enrichissante afin d'anticiper des évolutions relatives aux modes de gestion des terres pour la raison principale que les grands flux de terres qui nous sont contemporains appartiennent au même registre qualitatif que la pratique historique. Néanmoins, de nouvelles injonctions telles que la circularité et la valorisation montrent qu'un paradigme semble avoir changé.

3 La mise en valeur récente des terres par les politiques d'économie circulaire

L'économie circulaire est un concept relativement récent, d'origine européenne, et percolant dans le droit français à partir du début des années 2010. Par la dimension juridiquement contraignante de certaines mesures, tout particulièrement celle du taux de valorisation des déchets, elle dispose d'une place de plus en plus privilégiée dans les agendas des collectivités, des institutions ou encore dans les politiques d'incitations à la recherche publique. Le statut des terres est désormais conçu de manière à s'intégrer au cadre juridique de l'économie circulaire (directive européenne 2008-98, ordonnance 2010-1579, loi n° 2015-992) et les principales notions en résultant résident dans le code de l'environnement.

Le réemploi consiste à employer à nouveau des terres extraites avant qu'elles aient pris le statut de déchet, c'est-à-dire avant qu'elles ne sortent des mains du maître d'ouvrage ou ne franchissent les limites du périmètre foncier du ou des chantiers gérés par un même maître d'ouvrage¹². Le remblai de l'exemple historique précédemment exposé concernant l'ingénieur P.-S. Girard en ferait partie s'il était employé au sein du même chantier sur les voûtes des ouvrages nouvellement construits.

La réutilisation de la terre, premier type de valorisation possible, consiste en la sortie des mains du maître d'ouvrage, c'est-à-dire prenant le statut d'un déchet avant d'être utilisée à nouveau – objet d'une transaction – sous sa forme initiale ou moyennant quelques opérations simples – préparation, nettoyage, contrôle, réparation, rempaquetage, etc. En pratique, ce sont les permis d'aménager ou de construire, ou encore les travaux publics d'ampleur, qui créent le principal potentiel de réutilisation, conformément au code de l'urbanisme¹³. Les volumes réutilisables sont donc liés à l'intensité édilitaire et le remblai de P.-S. Girard rentrerait dans cette catégorie s'il était utilisé dans d'autres travaux urbains que les siens.

Le déchet peut faire l'objet d'autres types de valorisation selon les catégories prévues par le droit actuel. Pour les terres, il s'agit tout particulièrement du remblaiement de carrières. Le remblai de P.-S. Girard aurait été concerné s'il avait servi à remblayer, par exemple, des carrières, nombreuses autour des collines de Montmartre ou de Belleville ¹⁴.

Le recyclage est le dernier type juridique de valorisation. Il dénote d'un changement notable de fonction de la matière initiale afin d'en faire un nouveau produit. Pour les terres, un tel recyclage est actuellement faible mais pourrait correspondre à la création d'un produit nouveau en terre, par exemple des produits de sous-couches routières ou des matériaux de construction en terre crue.

Enfin, la mise en décharge – ou élimination, selon le droit, qui définit celle-ci comme une absence de valorisation – correspond en pratique, pour le cas des terres, à un entreposage dans des installations de stockage des déchets inertes (ISDI). Celles-ci sont actuellement nombreuses en Île-de-France. P.-S. Girard parle de mise en « décharge publique ¹⁵ » dans le cas des excès de terres excavées au sein du chantier. Signalons, à ce sujet, que de telles décharges publiques n'ont jamais cessé d'exister et que certaines, conçues au Moyen Âge, à Paris, ont constitué de véritables monticules intégrés à la forme urbaine ultérieure, pouvant culminer à 15 mètres comme la butte de Bonne-Nouvelle ¹⁶.

La directive européenne de 2008 impose un objectif de 70 % de valorisation pour les déchets du BTP à atteindre en 2020 pour ses États-membres, en excluant les terres non polluées. Il convient de remarquer que cette dernière disposition n'a pas été intégrée à la version française, ce qui accroît mécaniquement l'importance des catégories et usages précédemment esquissés à l'égard des taux de valorisation des déchets en général. Les principes de l'économie circulaire et leur intégration dans les politiques publiques urbaines ont fortement contribué à faire évoluer les métiers du génie urbain, dont les notions de circuits courts et de ressources locales sont désormais parties intégrantes des fondamentaux.

4 Le métabolisme : l'importance et l'évolution des quantités

Le renouvellement récent des études de métabolisme territorial fournit d'indispensables éclairages concernant les terres urbaines durant les deux dernières décennies. La méthode dite MFA (*Material Flow Analysis*) telle qu'elle est proposée dans une approche statistique au début des années 2000 ¹⁷ est suivie d'une application à Paris, à l'échelle de l'Île-de-France, autour de l'année 2003 ¹⁸. Les études de métabolisme basent leurs analyses sur un renseignement aussi précis que possible des quantités concernant les flux de matières entrants et sortants du système socioéconomique auquel est assimilée la ville. Sur cette base, elles montrent par exemple que les secteurs de la construction et de la déconstruction sont les principaux moteurs de l'extraction locale de minéraux et de la production de déchets solides. La thèse de Vincent Augiseau a récemment produit des résultats concernant ce secteur spécifique ¹⁹.

La quantité totale des déchets redéposés annuellement en Île-de-France sous une forme solide dans le système naturel était de 30,5 millions de tonnes en 2013. Parmi ceux-ci, les terres excavées gérées comme déchets représentent 18,5 millions de tonnes en 2013 (11,7 millions de tonnes en 2001). En leur sein, 0,9 million de tonnes sont réutilisées (0,6 million de tonnes en 2001) et 9,1 millions de tonnes sont affectées au réaménagement de carrières (5,6 millions de tonnes en 2001). Les installations de stockage de déchets inertes (ISDI) permettent le stockage de 8,2 millions de tonnes (5,0 millions de tonnes en 2001). Enfin, la gestion des terres polluées concerne 0,3 million de tonnes (0,5 million de tonnes en 2001).

Un important point complémentaire concerne les terres réemployées qui ne sont pas gérées comme déchets et qui, par conséquent, sont difficiles à quantifier car mues hors des filières de gestion. Selon un ratio du Commissariat général au développement durable (CGDD), 37,3 millions de

tonnes rentreraient dans cette catégorie en 2001 et 68,8 millions de tonnes en 2013 ²⁰. Selon le ratio du Plan régional de prévention et de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et des travaux publics (Predec), qui estime cette valeur à 10 % du total des matériaux de chantier, le calcul induit les valeurs de 1,2 million de tonnes en 2001 et 1,8 million de tonnes en 2013 ²¹. D'importantes incertitudes subsistent, car ces terres restent hors des circuits économiques ; il est par conséquent difficile de les intégrer aux réflexions sur le métabolisme territorial.

Les analyses du métabolisme montrent que les terres de déblais prenant le statut de déchet inerte représentent plus de 60 % des déchets urbains issus du secteur de la déconstruction et de la construction. De plus, ce dernier représentait lui-même 86 % des déchets solides urbains en 2003 – seule année ayant fait l'objet d'une tentative de saisie complète du métabolisme francilien. Un autre résultat important qu'il convient de retenir est que les quantités de terres prenant le statut de déchet augmentent tendanciellement. Enfin, elles apparaissent comme relativement prévisibles par extrapolation, aux alentours de 400 millions de tonnes lors des 20 prochaines années : il s'agit bien d'un gigantesque mouvement d'extraction engendrant donc des besoins équivalents de stockage ou d'élimination.

Le **tableau 1** classe dans les typologies juridiques de l'économie circulaire les quantités précédemment recensées.

	Hors statut déchet	Valorisées			Éliminées	
		Réemployées	Recyclées	Réutilisées	Carrières	Déchets inertes non dangereux
2001	1,17 à 37,3	-	559	5589	5030	520
Sous-total	1,17 à 37,3	6148			5550	
Total	1,17 à 37,3	11 698				
2014	1,8 à 68,8	-	908	9075	8168	316
Sous-total	1,8 à 68,8	9983			8484	
Total	1,8 à 68,8	18 467				

Tableau 1. Les quantités de terres classées selon les catégories juridiques de la valorisation et de l'élimination.

En milliers de tonnes.

D'après Vincent Augiseau, « La dimension matérielle de l'urbanisation : flux et stocks de matériaux de construction en Île-de-France », 2017 (voir note 2).

En l'état des comptabilités réalisées, il résulte donc que 54 % seulement des masses de terres excavées trouvent une place dans la catégorie juridique de la valorisation. Il convient de rappeler

que la masse importante du réemploi échappe à la comptabilité et qu'une autre, davantage méconnue par définition, échappe à la comptabilité *via* les mises en décharge sauvages.

L'importance des terres tend donc à devenir essentielle au sein de la notion de 70 % de déchets à valoriser du secteur de la construction en 2020, et ce quelle que soit l'échelle territoriale à laquelle on se place – chantier, entreprise de BTP ou encore territoires variés. On peut donc légitimement prévoir que le « taux de valorisation » du secteur de la construction mis en valeur *via* les lois de l'économie circulaire influencera fortement les politiques appliquées aux terres afin de leur trouver une place et la justifier au sein des stratégies de valorisation.

5 Le sol urbain : la fin d'un débouché « historique » ?

L'accès à une temporalité plus longue apparaît nécessaire afin de mieux saisir le contexte dans lequel se placent les stratégies de valorisation mises en évidence précédemment, au-delà de leurs définitions juridiques et estimations quantitatives. Dans quel type de morphogenèse urbaine s'imbriquent les mouvements et les quantités détectés ? Leur très grande importance laisse à penser qu'ils doivent nécessairement trouver des emplacements dans ou autour de la ville, *via* de grands volumes qualifiables *a posteriori* ou *a priori* de valorisation ou d'élimination.

Une étude de pollution des sols telle qu'elle est classiquement considérée lors d'une opération d'aménagement fournit des résultats d'ordre parcellaire sur l'état anthropique du sol de l'emprise foncière concernée. Un tel état résulte de la combinaison historique des opérations passées de déblaiement et de remblaiement ainsi que des sources de pollutions locales, tout particulièrement celles issues de l'ancien tissu industriel. La carte des données de l'archéologie industrielle²³, enrichie et tenue à jour par le Bureau de la recherche géologique et minière (BRGM)²⁴, fournit l'image des densités industrielles historiquement potentiellement polluantes au sein de la métropole parisienne (**voir fig. 1**). Une autre contribution, issue d'une méthode topo-historique basée sur des sources historiques de relevés tridimensionnels traitées par les systèmes d'information géographique (SIG), donne la carte des remblais accumulés sur une emprise proche²⁵ (**voir fig. 2 à 4**). Il apparaît dans cette contribution que le phénomène lié à l'urbanisme et à l'aménagement historiques a pu engendrer des formes évolutives et différentes au cours des périodes préindustrielle et industrielle²⁶.

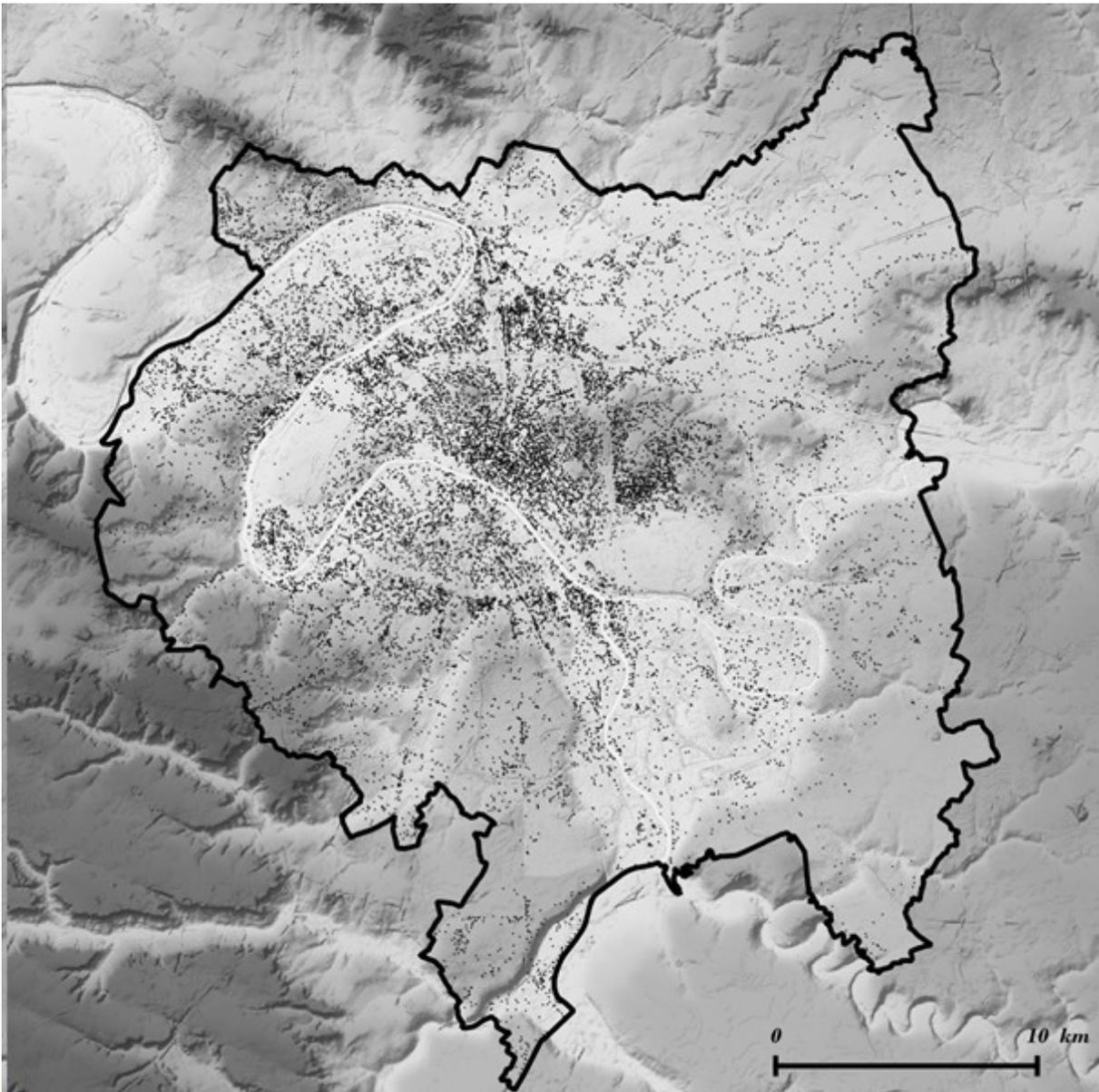


Fig. 1. Densité de points des sites potentiellement contaminés issus des activités industrielles historiques dans la métropole de Paris.

Sources : base BASIAS dans son état en mars 2019.

(BRGM, *Inventaire historique de sites industriels du département de Paris (75)* en 2008, rapport final, 2008).

Extraction des données : Mathieu Fernandez.

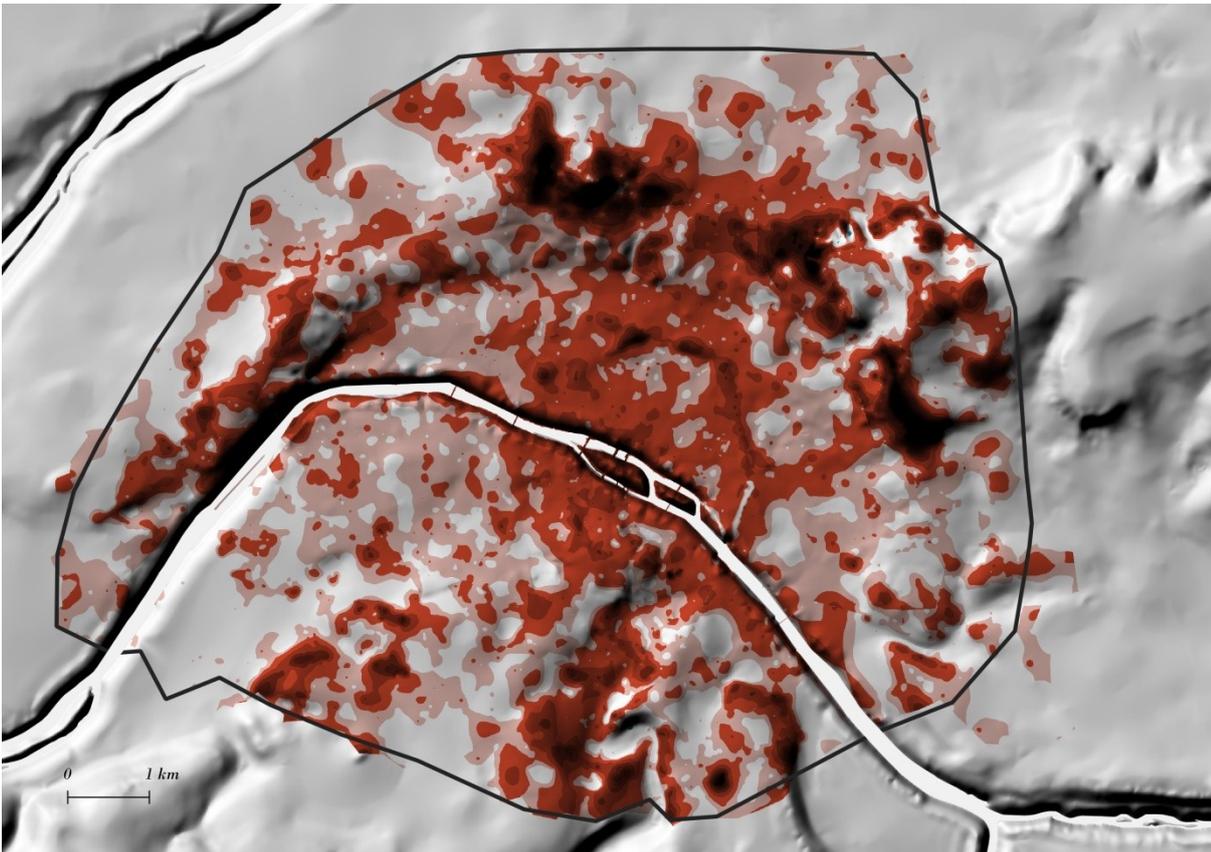


Fig. 2. Phénomène de remblais accumulés entre les débuts de l'urbanisation et le XIX^e siècle sur l'emprise de Paris (sans les bois de Boulogne et de Vincennes).

Crédit : Mathieu Fernandez

(« La strate du sol d'une mégapole : observations localisées sur l'Anthropocène. Les couches issues des périodes préindustrielle et industrielle à Paris », *Géocarrefour*, 2018, n° 92/2).

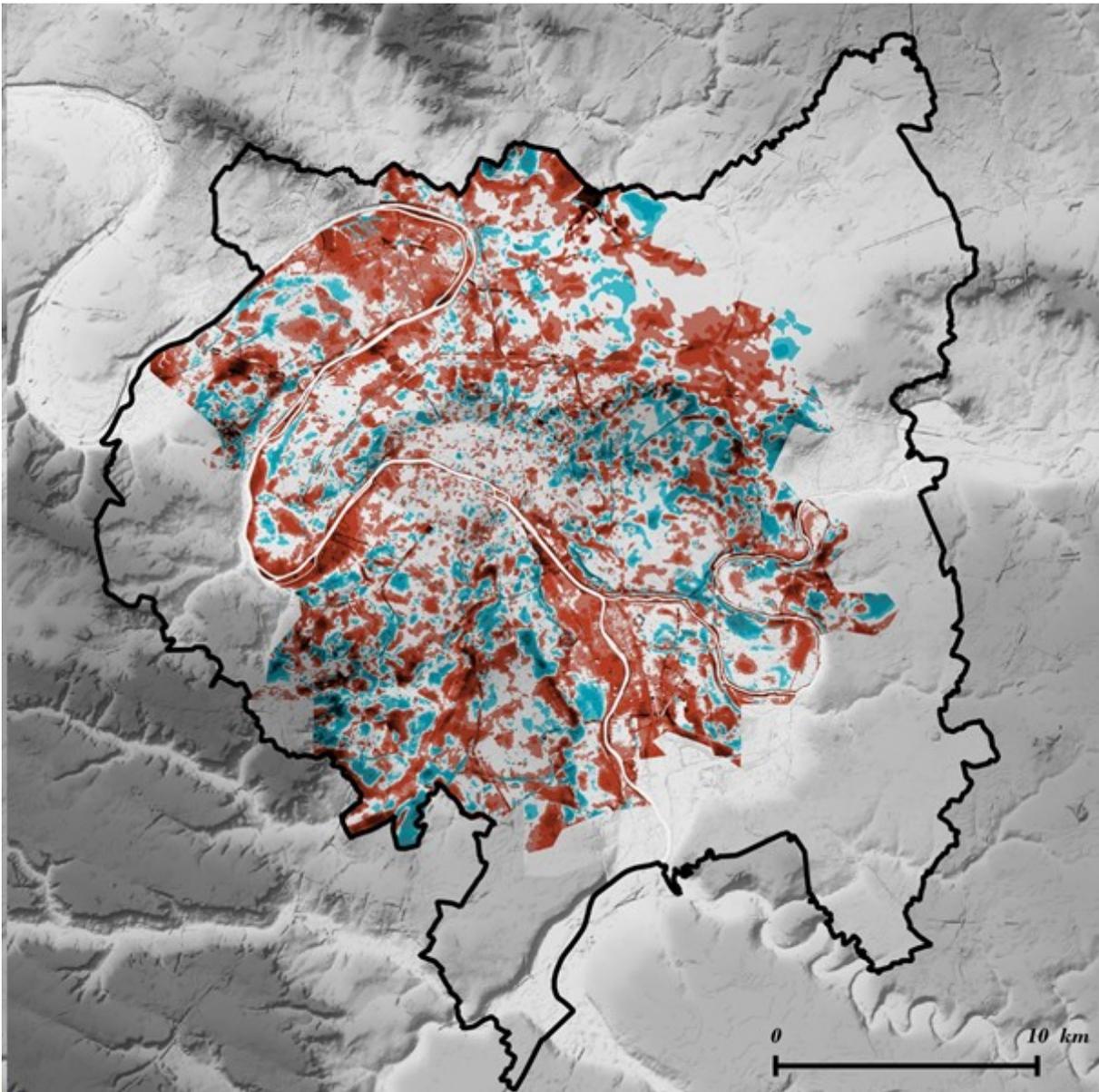


Figure 3. Phénomènes de remblais et de déblais opérés entre le XIX^e siècle et 2016 sur l'emprise de l'ancien département de la Seine.

Crédit : Mathieu Fernandez

(« La strate du sol d'une mégapole : observations localisées sur l'Anthropocène. Les couches issues des périodes préindustrielle et industrielle à Paris », *Géocarrefour*, 2018, n° 92/2).

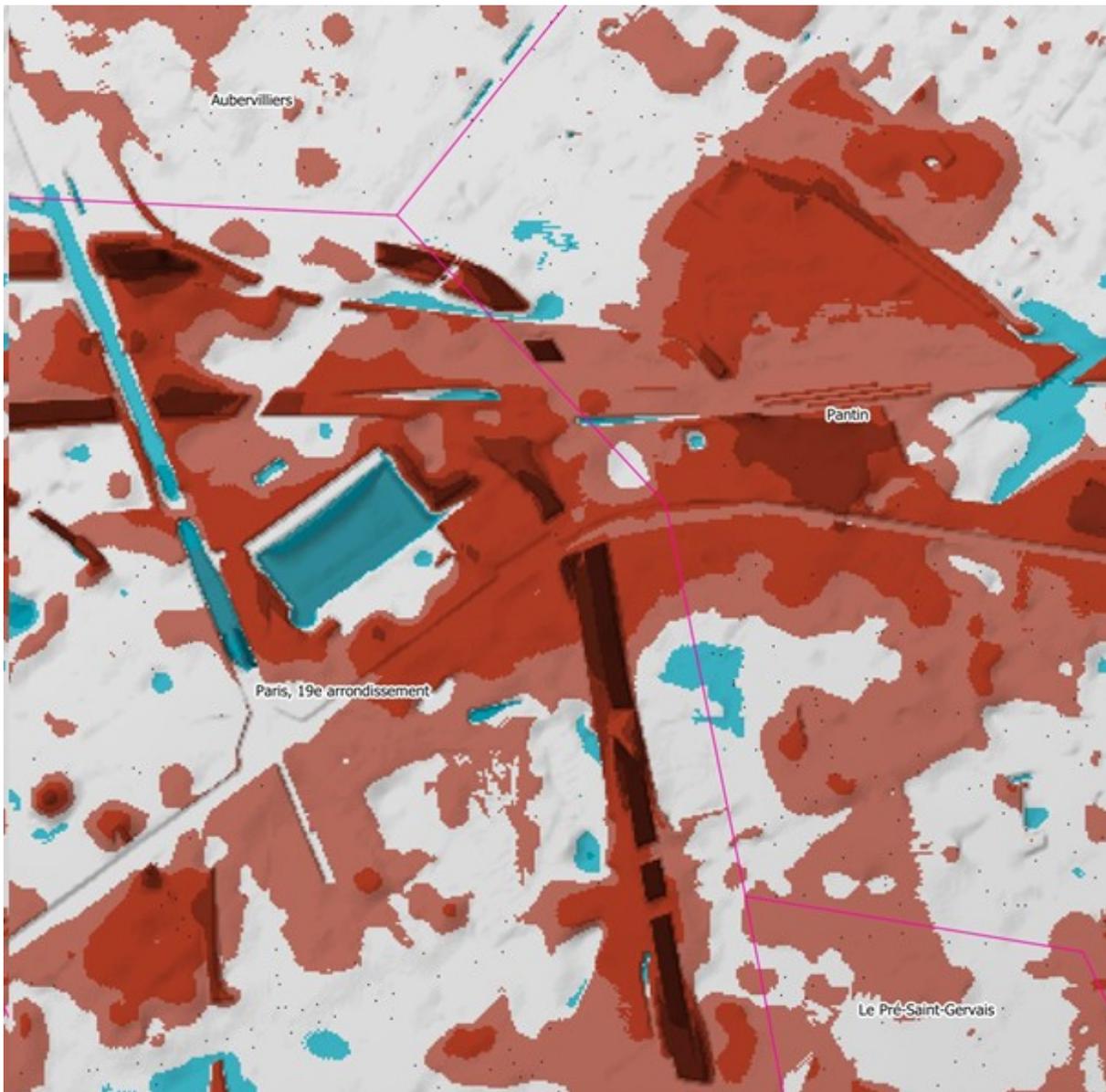


Fig. 4. Zoom issue de la fig. 3 sur les remblais du boulevard périphérique et de la zone industrielle de Pantin.

Crédit : Mathieu Fernandez

(« La strate du sol d'une mégapole : observations localisées sur l'Anthropocène. Les couches issues des périodes préindustrielle et industrielle à Paris », *Géocarrefour*, 2018, n° 92/2).

Une part importante du sol urbain est donc artificielle, anthropisée et constituée de déblais anciens potentiellement contaminés, par ailleurs, par des activités industrielles. Nous avons également pu voir que les principales stratégies de valorisation actuelles passent par des permis d'aménager ou des comblements de carrières. Une hypothèse déduite des cartes précédentes peut donc poser que le processus actuellement considéré comme une élimination est à placer dans la continuité historique de l'entreposage – ou stockage – de terres à la périphérie des villes, ce dernier ayant historiquement trouvé des stratégies de valorisation qui peinent à perdurer. Pour valider cette hypothèse, nous observons les données de l'occupation du sol régionale tout en gardant à l'esprit que le Schéma directeur de la région Île-de-France²⁷ (SDRIF) préconise la fin de l'étalement urbain depuis 1994. On constate que la superficie des espaces nouvellement urbanisés annuellement baisse drastiquement depuis le milieu des années 1990 (voir **tableau 2 et fig. 5**). Selon les mêmes

données, les surfaces des zones de décharges augmentent jusqu'à représenter la part non négligeable de l'extension urbaine annuelle. Il résulte de ces données que, malgré une baisse subite ces toutes dernières années, les surfaces affectées à la mise en décharge et à l'extraction de matières premières représentent depuis le début des années 2000 plus de 20 % de l'extension urbaine annuelle exprimée en hectares.

La ville cesse donc peu à peu de s'étendre, tandis que les terres excavées trouvent de moins en moins d'exutoires dans les processus d'aménagement standard qui ont été nombreux jusque dans les années 1990 – villes nouvelles, construction d'autoroutes, de lignes de TGV, aménagements massifs de ZAC, de golfs, ouverture et comblement de carrières, anciennes zones de décharges réaménagées en parcs, etc. Il en résulte une augmentation mécanique et progressive des surfaces affectées à la mise en décharge à partir des années 2000. Enfin, la baisse de celles-ci, ces dernières années, corrélée à des flux toujours aussi massifs de terres (Grand Paris, etc.), laisse présager, de fait, une imminente crise de congestion.

Période concernée	1982-1987	1987-1990	1990-1994	1994-1999	1999-2003	2003-2008	2008-2012	2012-2017
Extension urbaine annuelle [1] * (n ha/an)	1600	2676	2559	2277	1172	1239	647	550
Total des extensions liées aux flux du métabolisme : décharge et extraction [2] (en ha/an)	181	309	238	290	213	178	139	124,3
% de [2] dans [1]	11 %	12 %	9 %	13 %	18 %	14 %	21 %	23 %

* Issu de l'analyse des données du mode d'occupation des sols [Mos] (Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France [IAU îdf], *Nomenclature du mode d'occupation des sols – Mos*, 2012). Les résultats montrent un pic du rythme de l'extension urbaine – et l'apogée de l'étalement – au début des années 1990. La méthode est identique à celle opérée par l'IAUîdf, avec une méthode de mesure sur les postes 6 à 24 du Mos 24 postes ou bien 13 à 81 sur celui en 81 postes.

Tableau 2. Extension urbaine des zones d'extraction et des zones de décharges entre 1982 et 2017 en Île-de-France.

Sources : données Mos-IAU.

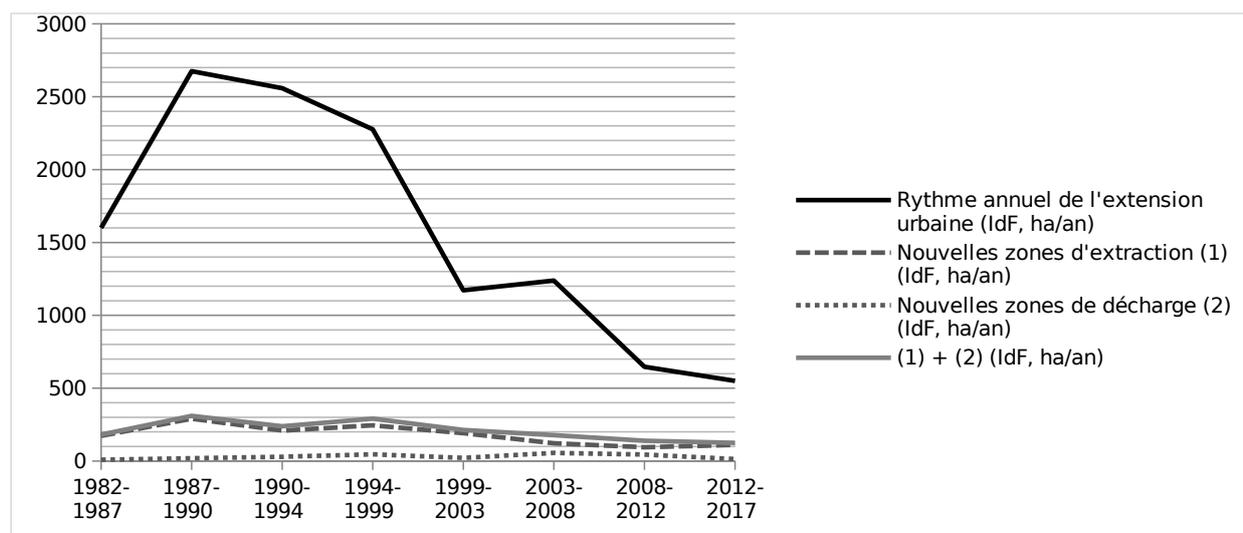


Fig. 5. Extension urbaine des zones d'extraction et des zones de décharges entre 1982 et 2017 en Île-de-France.

Sources : données Mos-IAU.

Extraction des données : Mathieu Fernandez.

6 Vers l'émergence de nouveaux débouchés ?

D'après le diagnostic issu du métabolisme territorial, le comblement de carrières et la réutilisation sont les deux principaux postes de valorisation pour les terres. Tandis que le premier dépend des extractions de matières premières, majoritairement *via* les consommations de granulats contenus dans le béton, le second dépend largement des travaux urbains – ZAC sur terrains agricoles ou en renouvellement urbain, réseaux routiers, ferrés, autres grands équipements, etc. Un tel processus de valorisation par l'extension est à placer dans la continuité historique et morphologique observée dans les **fig. 2-4**.

La conception de nouveaux modes de valorisation semble être une nécessité si l'on veut pallier celui qui, traditionnellement, est lié à l'extension urbaine. Nous décrivons ici la logique du projet expérimental Cycle terre, financé par l'appel à projets Actions innovatrices urbaines (AIU) soutenu par l'Union européenne entre 2018 et 2021, qui vise à produire à Sevran (Seine-Saint-Denis) des matériaux de construction en terre crue au sein d'une fabrique alimentée par des terres de déblais urbains. Un tel projet permet de répondre aux conditions juridiques correspondant à la définition du recyclage, soit le deuxième dans la hiérarchie des modes de traitement des déchets prescrite dans le code de l'environnement (L 541-1). De plus, il répond de manière expérimentale à une diminution des flux de matières entrant dans la ville tels qu'ils ont été rendus lisibles dans les études de métabolisme urbain. Le recyclage permet donc ici d'aborder la question des matières premières approvisionnant la ville.

L'objectif de production de la fabrique – et, par-là, de valorisation de terres – est de 25 000 tonnes par an. Soulignons que le projet, très ambitieux au vu de sa dimension expérimentale, reste faible en quantités face au problème général qui se quantifie en millions de tonnes annuelles. Il en faudrait plusieurs centaines pour s'approcher de telles quantités. Le projet pourrait donc être un laboratoire visant à affronter qualitativement certaines contradictions soulevées lors des sections précédentes. Les principales problématiques rencontrées et les défis techniques liés à relever sont l'interaction avec des terres urbaines dès lors qu'elles peuvent être contaminées – enjeu de la massification et de la répliquabilité –, la mise en place d'un *process* intégré au milieu urbain qui soit réellement moins

émissif en gaz contribuant à l'effet de serre – transport et séchage des terres –, ou encore la capacité à trouver un marché dans un milieu de la construction actuellement monopolisé par le béton – aménagement, promotion, architecture, construction ²⁸. Les questionnements des acteurs et le déroulement de ce projet ont fait l'objet de deux articles dans le présent ouvrage (**voir p. 00 et 00**).

7 Discussion : une crise des terres questionnant les temporalités de l'urbanisme

L'objet de cette analyse par plusieurs portes d'entrée était de mieux cerner les origines d'une crise des terres urbaines immédiatement perceptible au vu du nombre important d'acteurs se montrant concernés par celles-ci, lors de ces dernières années – ECT, Société du Grand Paris (SGP), Grand Paris Aménagement (GPA), Bellastock, collectivités, etc. –, puis visible au cours de diverses manifestations – l'exposition *Terres de Paris. La terre dans tous ses états*, des appels à projets, etc. L'origine principale est apparue comme appréhendable à l'échelle urbaine sur la base des résultats du métabolisme territorial, complétés par une analyse morphologique et historique. La principale contradiction menant aux dérèglements réside dans l'apposition de changements radicaux prônés par la doctrine de l'économie circulaire à une ingénierie – génie urbain – et à des réalités quantitatives et morphologiques – métabolisme urbain et extension urbaine –, qui restent dans une relative continuité depuis, *a minima*, les grands travaux urbains du XIX^e siècle. Sur cette base analytique, nous pouvons légitimement prévoir que le « taux de valorisation » du secteur de la construction mis en valeur *via* les lois de l'économie circulaire va fortement influencer les politiques appliquées aux terres afin de leur trouver une place au sein de stratégies de valorisation. Qu'en déduire quant à de possibles pistes de résolutions ? Nous prenons le parti de réaliser des hypothèses organisées par temporalités, ou encore par degré d'immédiateté d'une possible mise en œuvre.

La première résolution est juridique. Elle consiste à ne plus considérer les terres excavées comme des déchets et, par-là, à en diminuer mécaniquement la proportion parmi ces derniers, ainsi que la quantité totale de déchets éliminés. Cette version radicale résulterait de la logique de résolution administrative d'un problème de non-applicabilité d'engagements concernant l'économie circulaire avant 2020. Elle apparaît toutefois comme risquée au vu de la forte complexité du sol urbain et de sa contamination potentielle, et ce d'autant plus pour Paris, étant donné sa dense histoire aménageuse et industrielle. Une telle solution ne peut par conséquent être envisageable qu'en prenant de multiples précautions d'analyse des sols, de connaissance fine des sites de projets, de catégorisation et de suivi des terres ²⁹, etc. Cette voie a été plusieurs fois suggérée lors du colloque *La terre dans tous ses états*.

La deuxième résolution est urbaniste. Elle concerne le statut des lieux de stockage des très grands volumes concernés ou encore des zones de décharges réceptrices de déchets. La question du permis d'aménager semble alors être une notion clé permettant de fournir un débouché propice à la réutilisation de terres et, par-là, rendant possible l'obtention d'un statut de valorisation lié à des appréciations juridiques ³⁰. En effet, il convient à l'aménageur de « justifier auprès des autorités compétentes de la nature des déchets utilisés et de l'utilisation de ces déchets dans un but de valorisation et non pas d'élimination » (code de l'urbanisme, L 541-32). La valorisation devient alors un projet d'urbanisme comparable à d'autres, dont la clé devient l'acceptabilité par la collectivité en tant qu'aménagement, tout en étant justifiée d'un point de vue environnemental par une « fonction utile en se substituant à l'usage d'autres matériaux ³¹ ». En pratique, la jurisprudence semble montrer que les raisons retenues comme justifiant de l'utilité sont larges, depuis une couche de couverture empêchant l'accès à des terrains pollués, à l'aplanissement d'un terrain en passant par l'amélioration de l'écoulement des eaux pluviales. Les droits de l'urbanisme et de l'environnement peuvent donc développer un exutoire pour la réutilisation en justifiant d'utilités sociale,

économique, technique ou environnementale. Une telle justification induit un changement de paradigme en faisant passer le remblaiement ou le stockage de la seule gestion d'autorisations administratives (en tant qu'installation classée pour la protection de l'environnement [ICPE] – code de l'environnement – ou de conformité avec les plans locaux d'urbanisme [PLU] et les règles de délivrance des permis de construire et d'aménager – code de l'urbanisme) vers une notion plus fine de projets guidés par leur acceptabilité et leur utilité. On se rapproche ici de la notion de projet urbain, au sens des urbanistes. La limitation quantitative de l'exutoire devient alors sa contribution à l'extension urbaine et la seconde clé devient donc la planification de leur localisation. L'intégration à la ville existante et non la traditionnelle mise à distance *via* des projets contribuant à l'étalement urbain en est-elle le corollaire ?

La troisième résolution pourrait être qualifiée de politico-industrielle et fondée sur l'analyse du métabolisme d'un « écosystème urbain ³² ». Elle reste balbutiante, mais pourrait être la plus ambitieuse à moyen terme si l'on prend en compte des problématiques autres que l'applicabilité d'une loi ou le champ d'action classique de l'urbanisme de gestion de l'organisation spatiale d'une ville. Que l'on pense aux approvisionnements en matériaux : le BTP est l'industrie extractrice la plus locale à l'issue d'une période longue de délocalisations industrielles. Elle est par conséquent la seule qui soit aisément appréhendable dans un périmètre réduit autour de la ville. Ce sont par exemple 16 millions de tonnes de sables et de granulats qui sont extraits chaque année du sous-sol francilien et environ l'équivalent qui sont importés des régions voisines ou de l'international. Si l'économie circulaire telle qu'elle est inscrite dans la législation ne s'intéresse pas, pour l'instant, aux extractions de matières premières mais uniquement à la gestion optimisée des déchets, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) milite par exemple pour qu'elle corresponde « à un mode de fonctionnement nouveau qui [puisse] s'appliquer à la planification et l'aménagement des territoires et à l'identification de leviers d'action ³³ ». Il s'agirait alors de transformer la crise immédiate des terres en opportunité, ou en levier, pour répondre à des questions environnementales préoccupantes qui ne sont pas ou très faiblement légiférées, comme la limitation des flux de matières entrant dans le système socioéconomique auquel peut être assimilée la ville afin de lui permettre de fonctionner et de se renouveler. L'exemple de Cycle terre déjà évoqué n'est pas le seul visant à trouver des débouchés aux masses de terres excavées et d'autres ont été soulignés lors du colloque *La terre dans tous ses états*. Tous ont néanmoins le souci de la quantité insuffisante traitée, et nous pouvons estimer qu'il ne s'agit que des germes d'une réponse inscrite dans une plus longue temporalité face à la crise immédiate des terres.

Par conséquent, nous pouvons légitimement conjecturer que les tactiques de réponses à un problème juridique et de prise en main urbaniste des zones de réception, afin de les réintégrer à une ville voulue compacte, seront les résolutions successivement privilégiées à court terme.

Conclusion

Nous concluons sur la question de l'évolutivité des métiers du génie urbain, en particulier celui de l'ingénieur, maître des flux et des stocks, à l'instar de P.-S. Girard au début du XIX^e siècle. Les processus identifiés comme à réinventer, à étendre ou à perfectionner induisent en ce qui concerne la terre qu'elle cesse d'être un sujet secondaire pour le génie urbain. Après avoir pris la forme d'un flux extrait en ville, puis externalisé à la périphérie ou sur le front d'urbanisation depuis le début de l'époque contemporaine – qui fut une période d'extension urbaine quasi ininterrompue –, il apparaît, à terme, indispensable de tenir compte d'un tel flux au sein du ou des projets sans contribuer à l'extension urbaine. La question embrasse de nombreux champs, qui dépassent la seule gestion technique et expliquent potentiellement la grande variété des participants au colloque *La terre dans tous ses états*. L'ingénieur peut alors légitimement investir dans des champs à la temporalité moins immédiate qu'à l'accoutumée – sur le plan conceptuel, morphologique,

architectural, paysager, environnemental, voire, au-delà du projet urbain au sens des architectes-urbanistes, social et politique si l'on envisage la nécessité de nouvelles industries urbaines. Cette conclusion rejoint celle posant que les ingénieurs du génie urbain au XXI^e siècle ne seront pas seulement de bons techniciens : ils devront savoir dialoguer, communiquer, concerter avec de nombreux interlocuteurs comprenant les habitants et les élus des villes. Cela est partie intégrante d'un projet pédagogique comme de celui de la recherche. Nous devons former nos ingénieurs aux questions de la résilience organisationnelle et de la résilience sociale, au même titre que la résilience des systèmes techniques.

Notes

1. Voir Mathieu Fernandez, « La strate du sol d'une mégapole : observations localisées sur l'Anthropocène. Les couches issues des périodes préindustrielle et industrielle à Paris », *Géocarrefour*, 2018, n° 92/2.
2. Voir Vincent Augiseau, « La dimension matérielle de l'urbanisation : flux et stocks de matériaux de construction en Île-de-France », thèse de doctorat en géographie-aménagement, sous la direction de Sabine Barles, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2017.
3. Voir Youssef Diab, *Le Génie urbain refondé* (2014), note de synthèse pour la constitution du laboratoire de recherche Lab'Urba, présenté au conseil scientifique de l'UPEM, dans direction régionale et interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie (DRIEE), *Guide d'orientation*, « Acceptation des déblais et terres excavées », version 2, septembre 2018.
4. Voir Jean-Baptiste Vaquin et Y. Diab (dir.), *Numérique et génie urbain*, université d'été 2012 de l'École des ingénieurs de la Ville de Paris, Paris, Éditions de l'EIVP, 2013, coll. « Les carrefours du génie urbain », t. VI.
5. Voir Y. Diab, *Le Génie urbain refondé*, *op. cit.*
6. *Ibid.*
7. Voir Gabriel Dupuy, « Pour un génie urbain problématique », *Les Annales de la recherche urbaine*, 1981, n° 13, p. 3-21 ; Claude Martinand, *Le Génie urbain. Rapport au ministre de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports*, Paris, La Documentation française, « Collection des rapports officiels », 1986 ; Serge Thibault, « Le génie urbain », dans Thierry Paquot, Michel Lussaut et Sophie Body-Gendrot (dir.), *La Ville et l'urbain. L'état des savoirs*, postface de Claude Bartolone, Paris, La Découverte, coll. « Textes à l'appuis/série L'état des savoirs », 2000, p. 244-254.
8. Voir Frédéric Graber, *Paris a besoin d'eau. Projet, dispute et délibération technique dans la France napoléonienne*, Paris, CNRS Éditions, 2009.
9. S. Thibaut (« Le génie urbain », art. cité), de manière similaire à C. Martinand (*Le Génie urbain*, *op. cit.* et « La maîtrise des services publics urbains organisés en réseaux. Avis du Conseil économique et social », *Journal officiel de la République française. Avis et rapports du Conseil économique et social*, 2001, n° 8), estime que le génie urbain « existe et n'existe pas ». Il existerait « par la réalité l'ensemble des professionnels, entreprises et services, ayant en charge la conception, la réalisation et la gestion de l'ensemble des réseaux techniques urbains [...] le corpus des savoir-faire, recherches et connaissances, établi à cet effet » tandis qu'en revanche, il n'existerait pas en tant que « champ de connaissance autonome ».
10. Pierre-Simon Girard, *Mémoires sur le canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux, sur le dessèchement et l'assainissement de Paris et les divers canaux navigables qui ont été mis à exécution ou projetés dans le bassin de la Seine pour l'extension du commerce de la capitale ; avec un atlas descriptif*, Paris, Carilian-Goëury et Veuve Dalmont, 1843, t. II, p. 362.
11. *Ibid.*, p. 442.
12. Voir Région Île-de-France, *Plan régional de prévention et de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et des travaux publics* (Predec), 2015.
13. Voir DRIEE, *Guide d'orientation*, « Acceptation des déblais et terres excavées », *op. cit.*
14. Les collines de Montmartre et de Belleville ont été exploitées dès le Moyen Âge pour produire le plâtre de construction à partir du gypse. Ces carrières à ciel ouvert ont été comblées lors de l'aménagement de l'extension de Paris, après 1860, par exemple lors de l'aménagement du parc des Buttes-Chaumont.

15. P.-S. Girard, *Mémoires sur le canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux...*, *op. cit.*, p. 362.
16. Voir M. Fernandez, « Variations d'épaisseur du sol urbain à Paris entre 1807 et 2016 : méthode topo-historique et cartographie », *Flux*, 2018/1, n^{os} 111-112, p. 94-103.
17. Voir Eurostat, *Economy-Wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A Methodological Guide*, 2001.
18. Voir Sabine Barles, *Mesurer la performance écologique des villes et des territoires : le métabolisme de Paris et de l'Île-de-France*, rapport de recherche final pour le compte de la Ville de Paris, Laboratoire Théorie des mutations urbaines, CNRS et université Paris 8, 2007.
19. V. Augiseau, « La dimension matérielle de l'urbanisation : flux et stocks de matériaux de construction en Île-de-France », thèse citée.
20. Voir Commissariat général au développement durable (CGDD), *Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements*, 2014.
21. Voir Région Île-de-France, *Plan régional de prévention et de gestion des déchets issus des chantiers du bâtiment et des travaux publics*, *op. cit.*
23. Voir Maurice Daumas, Jacques Payen et Gérard Jigaudon, *Évolution de la géographie industrielle de Paris et sa proche banlieue au XIXe siècle*, Paris, Centre de documentation d'histoire des techniques, Conservatoire national des arts et métiers, 1976, 3 t.
24. Bureau de la recherche géologique et minière (BRGM), *Inventaire historique de sites industriels du département de Paris (75) en 2008*, rapport final, 2008.
25. Voir M. Fernandez, « Approche topographique historique du sous-sol parisien (1800-2000). La ville épaisse : genèse et évolutions morphologiques », thèse de doctorat en histoire des techniques, sous la direction d'André Guillaume, Conservatoire national des arts et métiers, 2014.
26. *Id.*, « La strate du sol d'une mégapole : observations localisées sur l'Anthropocène. Les couches issues des périodes préindustrielle et industrielle à Paris », art. cité.
27. Schéma directeur de la région Île-de-France (SDRIF), *Défis, projet spatial régional et objectifs*, cahier 2, 2013.
28. Voir M. Fernandez, Corinne Blanquart et Éric Verdeil, « La terre et le béton : le projet d'urbanisme considéré sous l'angle du métabolisme territorial », *VertigO*, 2018, vol. 18, n^o 3, et M. Fernandez, C. Blanquart, Patrick Niérat et É. Verdeil, « Optimiser le métabolisme urbain : une équation complexe », *Flux*, 2019, 2-3, nos 116-117.
29. Voir BRGM, *Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement*, 2017.
30. Voir DRIEE, *Guide d'orientation*, « Acceptation des déblais et terres excavées », *op. cit.*, p. 6.
31. *Ibid.*
32. Voir Joshua P. Newell et Josh J. Cousins, « The Boundaries of Urban Metabolism: Towards a Political-Industrial Ecology », *Progress in Human Geography*, 2015, vol. 39, n^o 6, p. 702-728.
33. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), *Économie circulaire. Un atout pour relever le défi de l'aménagement durable des territoires*, 2017, 1^{re} éd., p. 8.