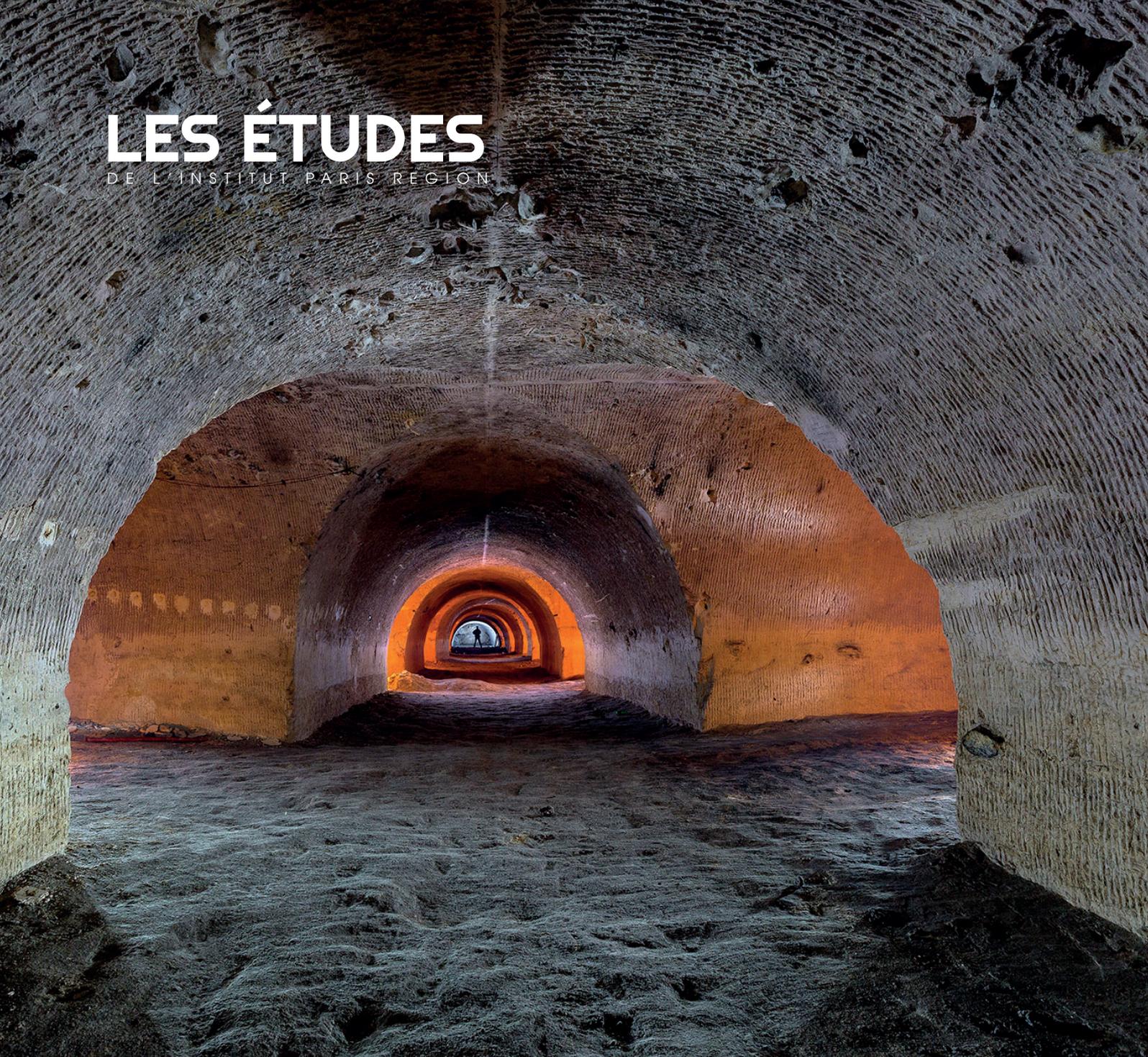


LES ÉTUDES
DE L'INSTITUT PARIS REGION



ENVIRONNEMENT

Septembre 2024

LES ANCIENNES CARRIÈRES SOUTERRAINES EN ÎLE-DE-FRANCE

ENTRE RISQUES ET OPPORTUNITÉS D'AMÉNAGEMENT



www.institutparisregion.fr

L'INSTITUT
PARIS
REGION

LES ANCIENNES CARRIÈRES SOUTERRAINES EN ÎLE-DE-FRANCE

Entre risques et opportunités d'aménagement

Septembre 2024

L'INSTITUT PARIS REGION

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15

Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49

www.institutparisregion.fr

Directeur général : Nicolas Bauquet

Directeur général adjoint, coordination des études : Sébastien Alavoine

Département environnement urbain et rural – DEUR : Christian Thibault, directeur de département

Département urbanisme, aménagement et territoire – DUAT : Cécile Diguët, directrice de département

Étude réalisée par Ludovic Faytre, DEUR et Lisa Gaucher, DUAT, avec le concours de Marine Dore et Simon Carrage, DEUR

Cartographie réalisée par Gianluca Marzilli (DUAT) et Laetitia Pigato (DEUR)

Recherche iconographique : Julie Sarris, Perrine Drapier

N° d'ordonnancement : 08.22.021

Crédit photo de couverture : Nicolas Dudot

En cas de citation du document, merci d'en mentionner la source :

Faytre Ludovic, Gaucher Lisa / *Les anciennes carrières souterraines en Ile-de-France - Entre risques et opportunités d'aménagement* / L'Institut Paris Region / 2024

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	9
1. LES ANCIENNES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES, HERITAGE DU PASSE	11
1.1. CARRIERES SOUTERRAINES : DEUX METHODES PRINCIPALES D'EXPLOITATION.....	11
1.2. MARNIERES ET ZONES DE DISSOLUTION NATURELLE DU GYPSE	14
2. LES ZONES SOUS-MINEES ET CAVITES SOUTERRAINES EN ILE-DE-FRANCE	17
2.1. TROIS PRINCIPAUX MATERIAUX EXPLOITES.....	17
2.2. LA FORTE EXPOSITION DU CŒUR D'AGGLOMERATION.....	21
3. LES RISQUES LIES AUX ZONES SOUS-MINEES PAR LES ANCIENNES EXPLOITATIONS	29
4. LA PREVENTION DES RISQUES CAVITES SOUTERRAINES ET MOUVEMENTS DE TERRAIN	33
4.1. UN REGIME JURIDIQUE PARTICULIER.....	33
4.2. LA CONNAISSANCE DES ZONES SOUS-MINEES ET L'EVALUATION DES RISQUES.....	35
4.3. PREVENIR LES RISQUES : SECURISATION ET PROTECTION POUR REDUIRE LES ALEAS	38
4.4. LA PRISE EN COMPTE DES RISQUES DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME	41
4.4.1. Les Plans de prévention des risques mouvements de terrain.....	41
4.4.2. Les PPR cavités et mouvements de terrain en Ile-de-France.....	43
4.4.3. Les périmètres de risques « R111-3 ».....	53
4.4.4. Les Zones « d'anciennes carrières »	59
4.4.5. Une couverture insuffisante des risques mouvements de terrain par les PPRMT	61
5. AMENAGER LES ESPACES SOUS-MINES, ENTRE CONTRAINTES ET OPPORTUNITES	63
5.1. ENJEUX D'AMENAGEMENT	63
5.1.1. Une extension de l'urbanisation contenue sur les zones sous-minées	63
5.1.2. Une évolution sensible des enjeux dans le cadre des processus de renouvellement urbain	63
5.1.3. Répondre aux besoins en espaces verts sur des secteurs carencés.....	67
5.2. VALORISER LE PATRIMOINE SOUTERRAIN	72
5.2.1. Activités industrielles	72
5.2.2. Patrimoine historique et architectural	73
5.2.3. Patrimoine géologique	73
5.2.4. Patrimoine naturel et biodiversité	77
6. FICHES DE SITES	81
6.1 L'Ecoparc des carrières René Dumont. Fontenay-sous-Bois (Val de Marne)	82
6.2 L'île de Loisirs de la Corniche des Forts. Romainville, Pantin, Les Lilas, Noisy-le-Sec (Seine-Saint-Denis).....	85
6.3 Le parc « nature » du Plateau d'Avron et le parc des Côteaux d'Avron. Rosny-sous-Bois, Neuilly-Plaisance (Seine-Saint-Denis).....	88
6.4 Les carrières de Gagny et de la Fosse Maussoin (Clichy-sous-Bois). (Seine-Saint-Denis).	92
6.5 La colline du Sempin et la Montagne de Chelles (Seine-et-Marne), Montfermeil (Seine-Saint-Denis)	100
6.6 Massif de l'Hautil (Yvelines, Val d'Oise).....	107
6.7 La Butte Pinson. Montmagny (Val d'Oise)	110
6.8 La Butte des Châtaigniers (Val d'Oise).....	112
6.9 Les carrières de Meudon (Hauts-de-Seine)	114
6.10 Les anciennes carrières de Calcaire grossier du sud de Paris : carrières des Capucins (Paris 14 ^{ème}), carrières du chemin de Port-Mahon (Paris 14 ^{ème}), carrières du Val-de-Grâce (Paris 14 ^{ème}), carrières de la Brasserie (Paris 12 ^{ème}), le musée du Vin (Paris 16 ^{ème}), les catacombes de Paris (Paris 14 ^{ème})	117
CONCLUSION	121
RESSOURCES	123

CARTOGRAPHIE

Carte 1 : Zones sous-minées par d'anciennes carrières souterraines (cavités cartographiées) dans l'agglomération centrale	18
Carte 2 : Zones sous-minées par d'anciennes carrières souterraines (cavités cartographiées) en Ile-de-France.....	19
Carte 3 : Communes exposées aux zones sous-minées en Ile-de-France (anciennes carrières souterraine, marnières).20	
Carte 4 : Recensement des cavités « carrières » dans le département de la Seine-et-Marne.....	23
Carte 5 : Extrait de l'atlas des carrières souterraines, Paris, 14 ^{ème} arrondissement	36
Carte 6 : Extrait de l'atlas des carrières souterraines Rosny-sous-Bois, Seine-Saint-Denis.....	36
Carte 7 : Les plans de prévention des risques mouvements de terrain en Ile-de-France - Situation au 1 ^{er} janvier 2024.44	
Carte 8 : Zonage d'aléas - PPRMT Médan / Villennes-sur-Seine (78).....	50
Carte 9 : Zonage règlementaire - PPRMT Médan / Villennes-sur-Seine (78).....	50
Carte 10 : Carte d'aléas - PPRMT Bougival (78).....	51
Carte 11 : Carte règlementaire - PPRMT Bougival (78).....	51
Carte 12 : Communes couvertes par des périmètres R111-3 « cavités souterraines et marnières ».....	52
Carte 13 : Communes couvertes par des périmètres R111-3 « zones de dissolution du gypse »	52
Carte 14 : Couverture des zones sous-minées par les périmètres R111-3 (exemples).....	55
Carte 15 : Communes couvertes par des « zones d'anciennes carrières ».....	58
Carte 16 : Espaces verts à créer – SDRIF-E 2040	70
Carte 17 : Zones sous-minées et armature verte à sanctuariser – SDRIF-E 2040.....	71
Carte 18 : Sites recensés au titre de l'inventaire du patrimoine géologique national en Ile-de-France.....	74

FIGURES

Figure 1 : Méthode d'exploitation par piliers tournés.....	11
Figure 2 : Méthode d'exploitation par « Hagues et bourrages »	11
Figure 3 : Schéma d'une carrière de gypse avec ciel ouvert : entrée en cavage souterrain, piliers tournés et remblais de ciel ouvert.....	13
Figure 4 : Schéma de principe d'une marnière	14
Figure 5 : Répartition des zones sous-minées (ha) par type de matériaux exploités (hors Seine-et-Marne). Situation 2020.	16
Figure 6 : Répartition des zones sous-minées (ha) par département et matériaux exploités (territoires couverts par les IGC, situation 2020).....	16
Figure 7 : Nombre de communes exposées aux zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne).....	20
Figure 8 : Les 15 communes les plus exposées en surfaces sous-minées (ha) (hors Seine-et-Marne).....	22
Figure 9 : Densité de zones sous-minées (ha/km ²) par département (territoires couverts par les IGC, hors Seine-et-Marne).....	22
Figure 10 : Occupation du sol (ha) des emprises sous-minées dans les départements de la petite couronne par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)	25
Figure 11 : Répartition de l'occupation du sol des emprises sous-minées dans les départements de la petite couronne par type de matériaux (territoires couverts par les IGC).....	25
Figure 12 : Occupation du sol (ha) des emprises sous minées dans les départements des Yvelines et du Val d'Oise par type de matériaux (territoires couverts par les IGC).....	25
Figure 13 : Répartition de l'occupation du sol des emprises sous-minées dans les départements des Yvelines et du Val d'Oise par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)	25
Figure 14 : Emprises bâtementaires (m ²) sur les zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne).....	26
Figure 15 : Emprises bâtementaires (m ²) sur les zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne).....	26
Figure 16 : Les 15 communes les plus exposées en emprises bâties (m ²) (hors Seine-et-Marne)	27
Figure 17 : Les 15 communes les plus exposées en logements et populations résidentes (hors Seine-et-Marne).....	27
Figure 18 : Schéma de formation d'un fontis.....	29

Figure 19 : Schéma d'un affaissement.....	30	
Figure 20 : mesures de prévention active.....	38	
Figure 21 : Remblaiement par engins mécaniques	Figure 22 : Remblaiement par déversement gravitaire.....	39
Figure 23 : Foudroyage.....	39	
Figure 24 : Mesures passives sur les constructions.....	40	
Figure 25 : Répartition des zonages (en ha) liés aux cavités souterraines et aux autres sources de risques dans les PPR Mouvements de terrain. Situation au 1 ^{er} janvier 2024.....	46	
Figure 26 : Répartition (ha) des zonages réglementaires (risques cavités) dans les PPRMT	47	
Figure 27 : Répartition des surfaces (ha) de zonages R111-3 par département	54	
Figure 28 : Répartition des surfaces (ha) de zonages « d'anciennes carrières » par département.....	59	
Figure 29 : Répartition des emprises bâties sur les zones sous-minées par département et type de matériaux exploités. Situation 2022.....	64	
Figure 30 : Répartition de la construction (emprises bâties en m ²) sur les zones sous-minées, par département entre 1990 et 2020.....	65	

TABLEAU

Tableau 1 : PPR cavités souterraines et mouvements de terrain approuvés. Situation au 1 ^{er} juillet 2023	45
Tableau 2 : Zonages de risques pris au titre de l'article R111-3 du code de l'urbanisme en Ile-de-France.....	53
Tableau 3 : PPR cavités souterraines, mouvements de terrain prescrits. Situation au 1 ^{er} janvier 2024.....	60
Tableau 4 : Anciennes carrières souterraines inventoriées à l'INPG en Ile-de-France (2023)	75

INTRODUCTION

La présence de zones d'anciennes carrières souterraines est liée à la richesse en matériaux de construction du sous-sol francilien. C'est l'une des raisons historiques de son développement. Dès l'époque gallo-romaine, le calcaire grossier, employé comme pierre à bâtir, le gypse, utilisé dans la fabrication du plâtre, et la craie, utilisée dans la fabrication de la chaux et du ciment, furent exploités à ciel ouvert, puis surtout en souterrain. Cette intense exploitation, qui dura plusieurs siècles, nous a légué des vides très importants. Plus de la moitié des communes de Paris et de la petite couronne est concernée par des zones sous-minées (2 613 hectares), sur des surfaces très variables, de quelques centaines de mètres carrés à plusieurs dizaines d'hectares, comme dans le Sud parisien (anciennes exploitations de calcaire). Plus de 1 400 hectares sont également recensés dans les départements de la grande couronne.

Dès la fin de leur exploitation, ces anciennes carrières sont le siège d'une évolution lente, mais inéluctable, entraînant des mouvements de terrain qui peuvent donner lieu à des affaissements et à des effondrements localisés (fontis) ou généralisés. Ces désordres en surface présentent des risques, assimilés à des risques naturels, pour les constructions et parfois les populations.

La politique de gestion et de prévention des risques naturels vise à mieux les prendre en compte afin de garantir la sécurité des populations et les dommages localisés. La prise en compte du risque dans l'aménagement constitue l'un des principaux axes de la politique française de prévention. Les Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), institué par la loi « Barnier » du 2 février 1995, ont vocation à maîtriser l'urbanisation sur ces zones à risques par des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde afin d'éviter une aggravation de l'exposition des personnes et les biens, et réduire leurs conséquences négatives, en limitant notamment la constructibilité. Cependant, peu de communes sont à ce jour couvertes par un PPR mouvement de terrain établi au sens de la loi Barnier sur le territoire francilien. La très grande majorité des zones sous-minées sont cependant couvertes par des zonages de risques pris au titre de l'article R111-3 du Code de l'urbanisme qui valent PPR.

La prise en compte de ces risques dans les réflexions d'aménagement suppose la connaissance préalable des aléas. Si les anciennes carrières sont bien localisées à Paris et en première couronne, elles ne le sont encore que partiellement en grande couronne où certaines ont disparu de la mémoire collective ; en Seine-et-Marne, en l'absence d'un service d'études spécialisé, la connaissance de l'aléa est beaucoup moins précise alors que ce département concentre près d'un tiers des communes potentiellement concernées et qu'il connaît parallèlement l'un des plus forts taux d'urbanisation d'Ile-de-France.

L'aménagement des zones sous-minées porte principalement deux types d'enjeux en Ile-de-France, parfois contradictoires :

- La question de l'urbanisation de ces espaces au regard notamment des nombreuses contraintes qui pèsent sur ces zones, mais aussi des opportunités que peuvent offrir ces terrains pour la création d'espaces verts et de loisirs dans le contexte de densification et de carence de certains territoires, en particulier de l'Est parisien. Plus généralement, la place de ces espaces peut être interrogée dans les politiques et stratégies de renaturation, de trames vertes, ... des zones densément urbanisées de l'agglomération parisienne.
- La préservation et la valorisation de ces espaces souterrains qui peuvent revêtir de nombreux intérêts : patrimonial industriel ou architectural, scientifique, géologique, de biodiversité..., mais ces espaces souffrent aujourd'hui d'une faible reconnaissance par les institutions publiques ou scientifiques, ce qui favorise leur disparition progressive dans le cadre des travaux de sécurisation.



Ancienne exploitation souterraine de gypse par pilier tourné, utilisée en champignonnière. Massif de l'Hautil (78-95)
Crédit : Nicolas Dudot



Exploitation souterraine de calcaires grossiers par piliers à bras, hagues et bourrages.
Carrière souterraine dite cave-carrière Delacroix, Ivry-sur-Seine, Val de Marne
Crédit : Stéphane Asseline, Région Île-de-France

1. - LES ANCIENNES EXPLOITATIONS SOUTERRAINES, HERITAGE DU PASSE

La richesse en matériaux de construction du sous-sol de la région parisienne a fortement contribué à son développement historique. Dès l'époque gallo-romaine, le calcaire grossier employé comme pierre à bâtir, le gypse utilisé dans la fabrication du plâtre, la craie utilisée dans celle de la chaux et du ciment... ont été abondamment exploités, à ciel ouvert, puis en souterrain jusqu'au début du 19^{ème} siècle à Paris et à la moitié du 20^{ème} siècle (1962) pour le reste de l'Ile-de-France.

Ces anciennes exploitations de matériaux de carrières aujourd'hui abandonnées ont laissé des vides très importants dans le sous-sol francilien. Leur vieillissement et leur lente dégradation peuvent entraîner des risques d'affaissements et d'effondrements avec de graves conséquences pour les tissus urbains, les infrastructures, les équipements... en surface, et constituer une source de danger pour les personnes.

1.1. CARRIERES SOUTERRAINES : DEUX METHODES PRINCIPALES D'EXPLOITATION

L'exploitation des matériaux de carrières a été réalisée par le passé principalement selon deux méthodes :

- L'exploitation par piliers tournés (ou « chambres et piliers ») (Fig. 1) consiste à découper souterrainement l'épaisseur du matériau exploitable en damier par des galeries longitudinales et transversales plus ou moins régulières, ayant jusqu'à 6 mètres de largeur. Les espaces exploités restent vides et le ciel (la voûte de la galerie) est maintenu par des piliers du matériau, régulièrement laissés en place. Cette méthode permettait d'obtenir des salles d'exploitation assez hautes et de ne pas avoir à remblayer la carrière pendant la phase d'exploitation. L'exploitation par piliers tournés était utilisée dès que la puissance des matériaux à extraire dépassait 2 mètres. En Ile-de-France, le gypse et la craie ont été exploités selon cette méthode.
- La méthode des « hagues et bourrages » (Fig. 2) consiste à exploiter la pierre sur la totalité de l'espace, en laissant derrière soi des remblais ou des déchets de l'extraction maintenus par des murs de pierres sèches, si possible jusqu'au toit de la salle d'extraction et en disposant quelques piliers en pierres sèches, dits « cales à bras », pour maintenir le toit de la carrière le temps de l'exploitation. Cette technique d'exploitation s'est développée dans le calcaire grossier dont les caractéristiques mécaniques sont compatibles avec ce type de traçage.

Figure 1 : Méthode d'exploitation par piliers tournés

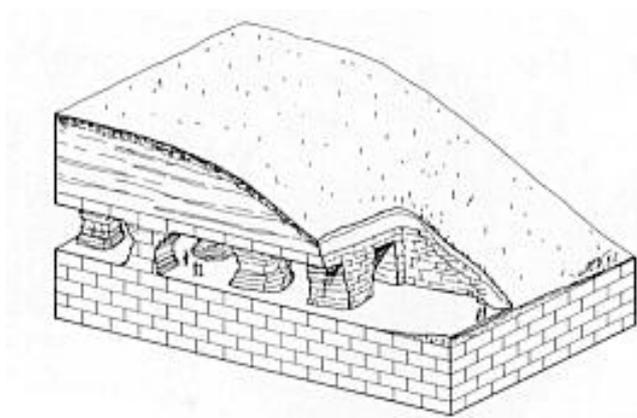
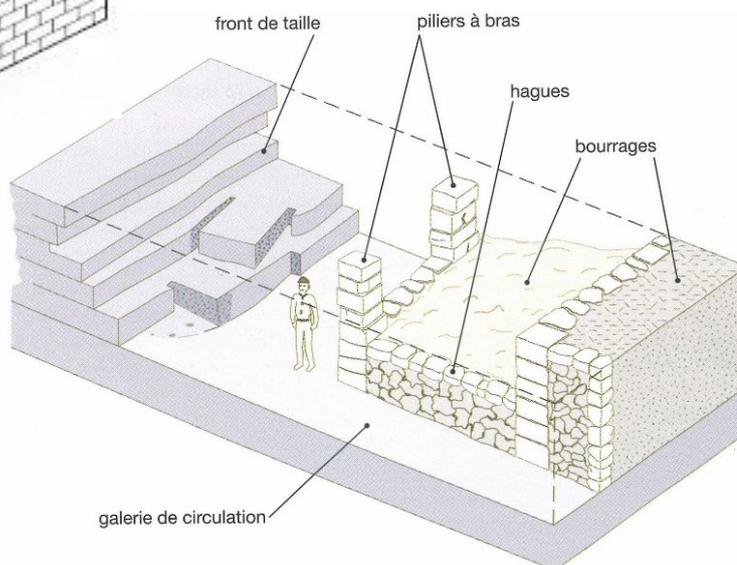
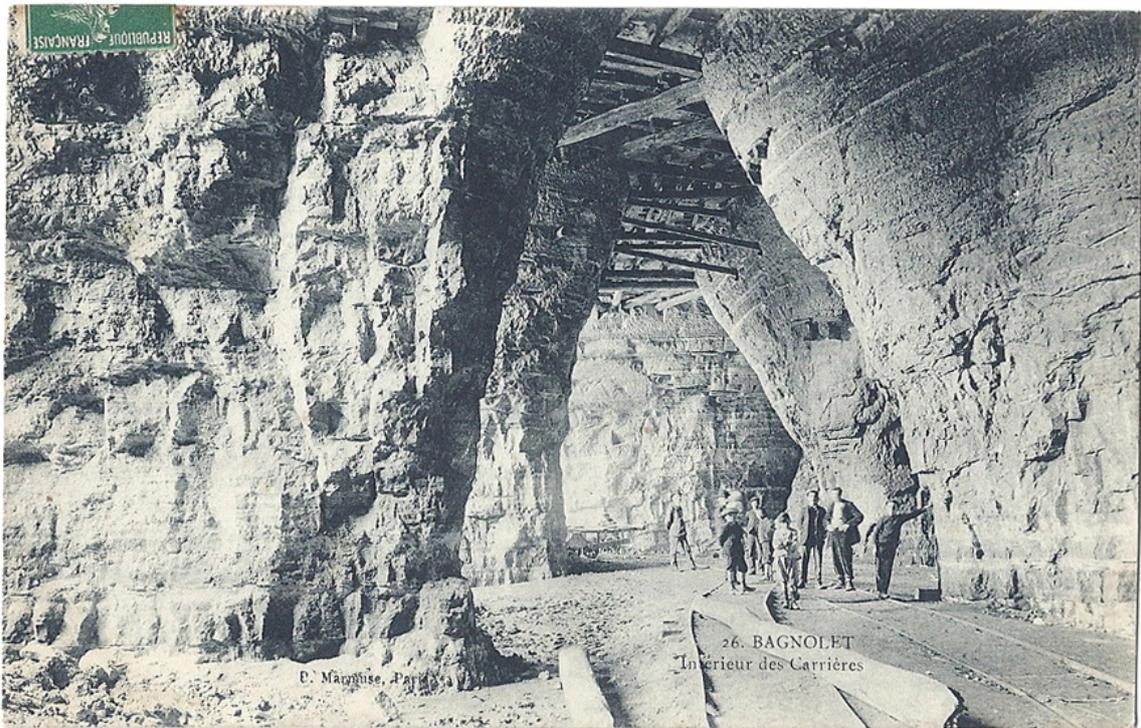


Figure 2 : Méthode d'exploitation par « Hagues et bourrages »





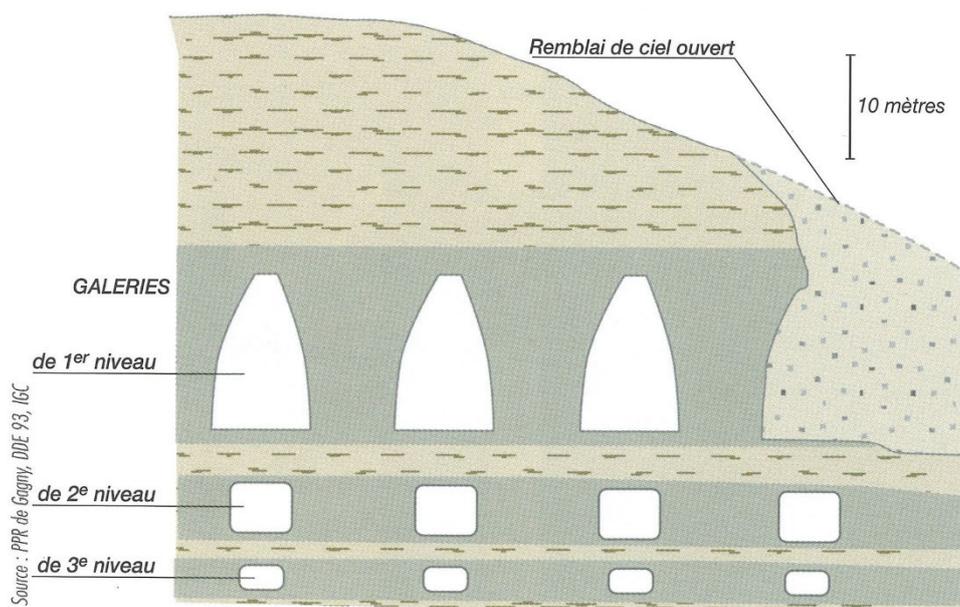
Cartes postales anciennes. Exploitations de gypse (Romainville, Bagnolet – Seine-Saint-Denis)

Des configurations très diverses

Les anciennes carrières souterraines qui s'inscrivent à des profondeurs sous la surface de quelques mètres à quelques dizaines de mètres¹, présentent des configurations très diverses selon leur ancienneté, la nature des matériaux exploités, leur caractère plus ou moins artisanal ou encore leur localisation :

- Leur extension est très variable, de quelques centaines de m² à quelques hectares dans la grande majorité des cas, révélant des exploitations artisanales. Mais certaines exploitations peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines, voire centaines d'hectares comme pour les exploitations de calcaires grossiers à Paris dans le 14^{ème} arrondissement (260 ha), à Bagneux (plus de 200 ha) ou à Chatillon (170 ha) dans les Hauts-de-Seine, ou encore de gypse avec près de 800 hectares sous le massif de l'Hautail (Triel-sur-Seine, Vaux-sur-Seine...) entre les Yvelines et le Val d'Oise.
- La hauteur des galeries est liée à la nature des formations géologiques exploitées. L'exploitation des bancs de calcaire se faisait dans des galeries généralement de 2 à 4 mètres de hauteur, mais les galeries peuvent présenter des hauteurs sensiblement plus importantes. C'est le cas notamment des carrières de gypse où l'exploitation des différentes couches (masses) a donné lieu à des galeries de plusieurs mètres de hauteur : jusqu'à 15 à 18 mètres pour la première masse, la plus épaisse, jusqu'à 8 mètres pour la deuxième masse, et de 3 à 5 mètres pour la troisième masse (Fig. 3). De même, les exploitations de craie peuvent atteindre des hauteurs supérieures à une dizaine de mètres comme sur le secteur de Meudon.
- Les exploitations souterraines peuvent s'étendre sur deux ou trois niveaux superposés, parfois pour des matériaux différents. Ces situations compliquent les méthodes de mise en sécurité, et peuvent être considérées comme des facteurs de risque supplémentaires.

Figure 3 : Schéma d'une carrière de gypse avec ciel ouvert : entrée en cavage souterrain, piliers tournés et remblais de ciel ouvert



¹ Les exploitations industrielles de gypse actuellement autorisées en Ile-de-France sous le régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), s'inscrivent jusqu'à 85 mètres sous la surface dans la forêt de Montmorency (95).

1.2. MARNIÈRES ET ZONES DE DISSOLUTION NATURELLE DU GYPSE

D'autres cavités, d'origine anthropique ou naturelle, sont également recensées en Ile-de-France, pouvant entraîner des risques pour les biens et les personnes et donner lieu à des dispositifs de prévention réglementaires (cf. 4.4 – La prise en compte des risques dans les documents d'urbanisme).

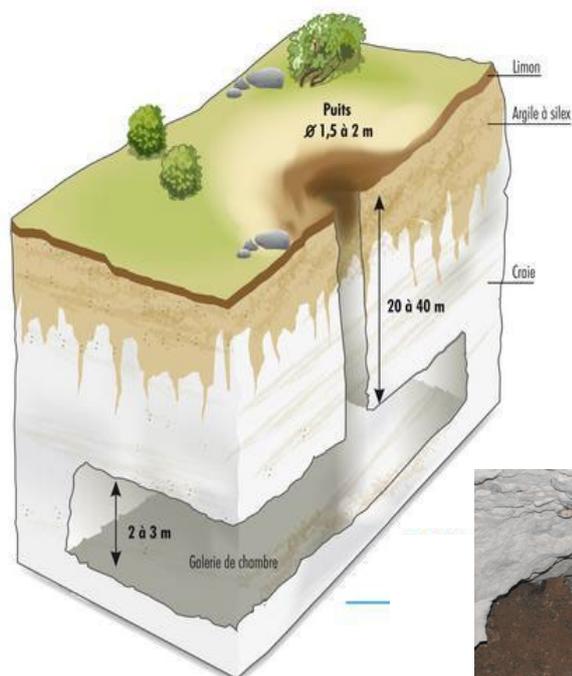
Les marnières

Les marnières sont des cavités souterraines, généralement de faible volume et superficie, creusées par l'homme pour extraire la craie (désigné sous le terme de « marne »), servant à amender les terres agricoles. L'accès à la craie se faisait par un puits de 0,80 à 2 mètres de diamètre traversant les formations superficielles (limons, sables et argiles à silex). A la base du puit, une ou plusieurs galeries étaient creusées donnant accès aux chambres d'exploitation (Fig. 4).

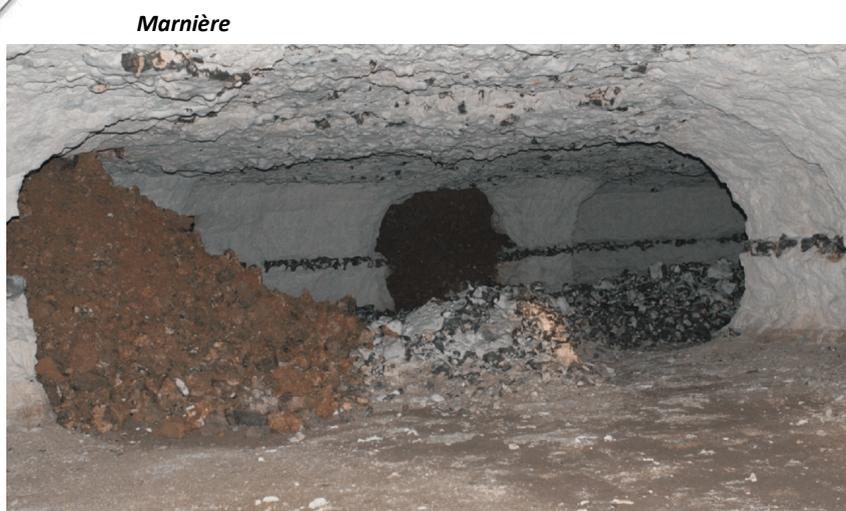
L'exploitation de ces marnières a connu un essor important à partir du 17^{ème} siècle jusqu'au 20^{ème} siècle, période à laquelle elles cessent d'être utilisées, remplacées par l'arrivée massive des engrais chimiques.

En Ile-de-France, de nombreuses exploitations de marnes ont eu lieu dans le sud des Yvelines, de manière anarchique, le plus souvent dans des secteurs agricoles. Ces zones de marnières restent encore mal connues et les cavités rarement délimitées précisément. La connaissance du risque est généralement retranscrite sous forme de zones présumées sans localisation précise des cavités. Ainsi, même si le risque est très faible, le manque de connaissance vis-à-vis de leur emplacement rend les cavités potentiellement dangereuses. Pour répondre à ces enjeux, des travaux de recensement sont réalisés localement par l'Inspection générale des carrières de Versailles comme sur les communes de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, Dampierre-en-Yvelines, Les Essarts-le-Roi et Lévis-Saint-Nom dans les Yvelines entre 2018 et 2022, travaux qui se poursuivent aujourd'hui sur d'autres territoires.

Figure 4 : Schéma de principe d'une marnière



Source : Hydrogéotechnique



Source : Cerema, Aurélien Mempiot

Les zones de dissolution naturelle du gypse

Les formations gypseuses sont particulièrement sensibles aux processus d'érosion. Le gypse est en effet un matériau soluble dans l'eau : toute circulation d'eau (infiltration, remontée de nappe) à travers les couches géologiques contenant du gypse est susceptible d'entraîner la création d'une poche de dissolution qui peut provoquer l'apparition d'un vide ou d'une zone décomprimée dans le sous-sol.

La répartition des inclusions de gypse dans les niveaux profonds (essentiellement l'horizon géologique des marnes et caillasses du Lutétien) présente un caractère aléatoire, ce qui explique la très grande difficulté à circonscrire avec précision les zones dangereuses, d'autant que la présence du gypse ne constitue pas à elle seule une source de danger. Il faut qu'elle soit couplée à une circulation d'eau importante. Le volume des vides créés par ces phénomènes de dissolution est en général de l'ordre de 1 000 à 1 500 m³, ce qui semble constituer une sorte de seuil critique. Toutefois, ce volume peut atteindre 2 500 m³ et très exceptionnellement 7 300 m³ comme celui rencontré à proximité de la Gare du Nord à Paris en 1975 (source IGC).

En surface, ces phénomènes peuvent entraîner des affaissements de terrain ou des fontis. De tels fontis apparaissent régulièrement sous des voiries à la suite de la dissolution de niveaux gypseux provoquée par rupture ou non-étanchéité de canalisations d'eau.

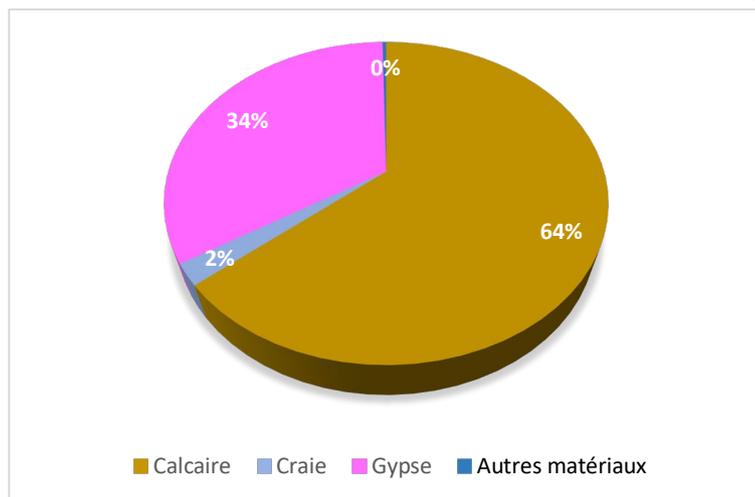
Les zones de dissolution du gypse profond (antéludien) se concentrent au nord et à l'est de Paris sur les arrondissements parisiens et les communes limitrophes de Seine-Saint-Denis jusqu'en Seine-et-Marne. Des zones à risques (gypse Ludien) ont également été identifiées autour de buttes témoins dans le Val d'Oise.



Vide de dissolution du gypse.

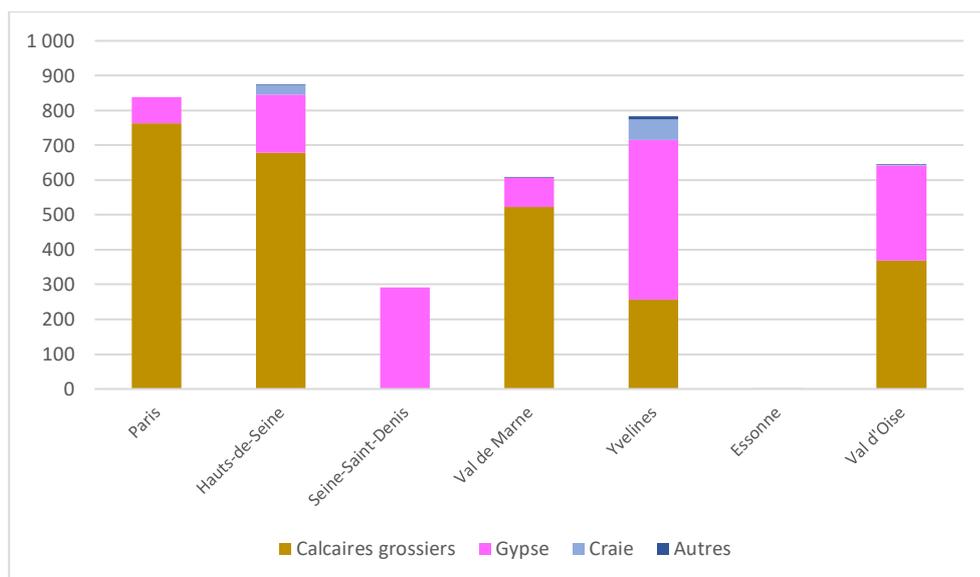
Crédit : IGC Paris

Figure 5 : Répartition des zones sous-minées (ha) par type de matériaux exploités (hors Seine-et-Marne). Situation 2020.



Sources : Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, traitement L’Institut Paris Region

Figure 6 : Répartition des zones sous-minées (ha) par département et matériaux exploités (territoires couverts par les IGC, situation 2020)



Sources : Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, traitement L’Institut Paris Region

Nota : L’estimation des surfaces de zones sous-minées est issue d’un travail de numérisation par L’Institut Paris Region des cartographies des contours des zones sous-minées élaborées à des échelles diverses :

- Cartes à l’échelle du 1/25 000^{ème} (IGC Paris) pour les départements de Paris et de la petite couronne.
- Cartes à grandes échelles (1/1 000^{ème} – 1 /2 500^{ème}) dans les départements des Yvelines, du Val d’Oise et de l’Essonne (IGC Versailles).

Ces estimations de surface des Zones de carrières souterraines (ZCS) se rapportent à l’extension maximale des zones sous-minées connues et n’intègrent pas d’autres données éventuellement recensées dans les atlas cartographiques des IGC : zones d’anciennes carrières à ciel ouvert remblayées, zones de carrières ayant fait l’objet de foudroyage (massif de l’Hautil), données ponctuelles liées à des désordres observés en surface (fontis, affaissements...), autres cavités d’origine anthropique (caves, galeries, réseaux, ouvrages civils et militaires...). En outre, ces estimations ne distinguent pas les zones mises en sécurité ; en effet, sur les secteurs placés sous la surveillance des IGC, les travaux de consolidation, les foudroyages et les comblements opérés depuis de très nombreuses années, voir des dizaines d’années dans la zone centrale (Paris notamment), ont pu réduire sensiblement les vides résiduels, facteurs de risques.

2. LES ZONES SOUS-MINEES ET CAVITES SOUTERRAINES EN ILE-DE-FRANCE

La connaissance fine des zones sous-minées en Ile-de-France s'appuie sur les travaux cartographiques des services spécialisés des Inspections générales des carrières (IGC) (Cf. 4.2. – La connaissance des zones sous-minées et l'évaluation des risques) qui interviennent sur sept des huit départements franciliens :

- Les départements de la petite couronne (Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Val de Marne) pour l'IGC Paris.
- Trois départements de la grande couronne : Yvelines, Val d'Oise et Essonne pour l'IGC Versailles.

2.1. TROIS PRINCIPAUX MATERIAUX EXPLOITES

Les zones d'anciennes carrières souterraines, recensées dans ces sept départements, couvrent environ 4 040 hectares avec principalement trois matériaux exploités : les calcaires grossiers, le gypse et la craie qui totalisent la quasi-totalité des surfaces sous-minées (cf. figures 5 et 6 ci-contre), mais la diversité géologique du sous-sol francilien a également donné lieu, localement, à l'extraction d'autres matériaux de carrières : sables siliceux, argiles et glaises, travertin de Brie, pierres meulières...

Le calcaire grossier a été exploité, dès l'époque gallo-romaine, pour la pierre à bâtir, contribuant ainsi à la construction de nombreux bâtiments. Les départements de la petite couronne (Paris, les Hauts-de-Seine et le Val de Marne) concentrent avec plus de 1 960 hectares, plus des trois quarts des surfaces recensées par l'exploitation de ces calcaires grossiers en Ile-de-France. Dans la capitale, les zones d'anciennes carrières (760 ha) s'inscrivent essentiellement dans les arrondissements du sud parisien autour de deux réseaux principaux : le « Grand réseau Sud » qui s'étend sur près de 508 hectares (200 km de galeries) dans les 5^{ème}, 6^{ème}, 14^{ème} et 15^{ème} arrondissements et un réseau de moindre importance dans le 13^{ème} arrondissement (172 ha – 25 km de galeries). D'autres zones de carrières sont également reconnues dans le 16^{ème} arrondissement (39 ha, 7 km de galeries) (Chaillot) et dans le 12^{ème} arrondissement (43 ha), en particulier sous le bois de Vincennes.

Les réseaux de carrières souterraines des arrondissements du sud parisien se prolongent sur les territoires limitrophes des Hauts-de-Seine (678 ha) en particulier sur les communes de Bagneux, Chatillon, Montrouge, Malakoff..., et dans le Val de Marne (522 ha) sur les communes de Arcueil, Gentilly, Vitry-sur-Seine, Ivry-sur-Seine... Ces exploitations, dont l'origine remonte pour l'essentiel du Moyen-Âge, se trouvaient alors dans la campagne environnant Paris ; l'extension de la ville a conduit progressivement au recouvrement par l'urbanisation de ces terrains.

En grande couronne, de nombreuses carrières de pierre à bâtir, ont également été exploitées dans les Yvelines dans les vallées de la Seine et de la Mauldre, et dans le Val d'Oise, le long de la vallée de l'Oise sur les secteurs de Méry-sur-Oise et Villiers-Adam (Cartes 1 et 2 ci-après).

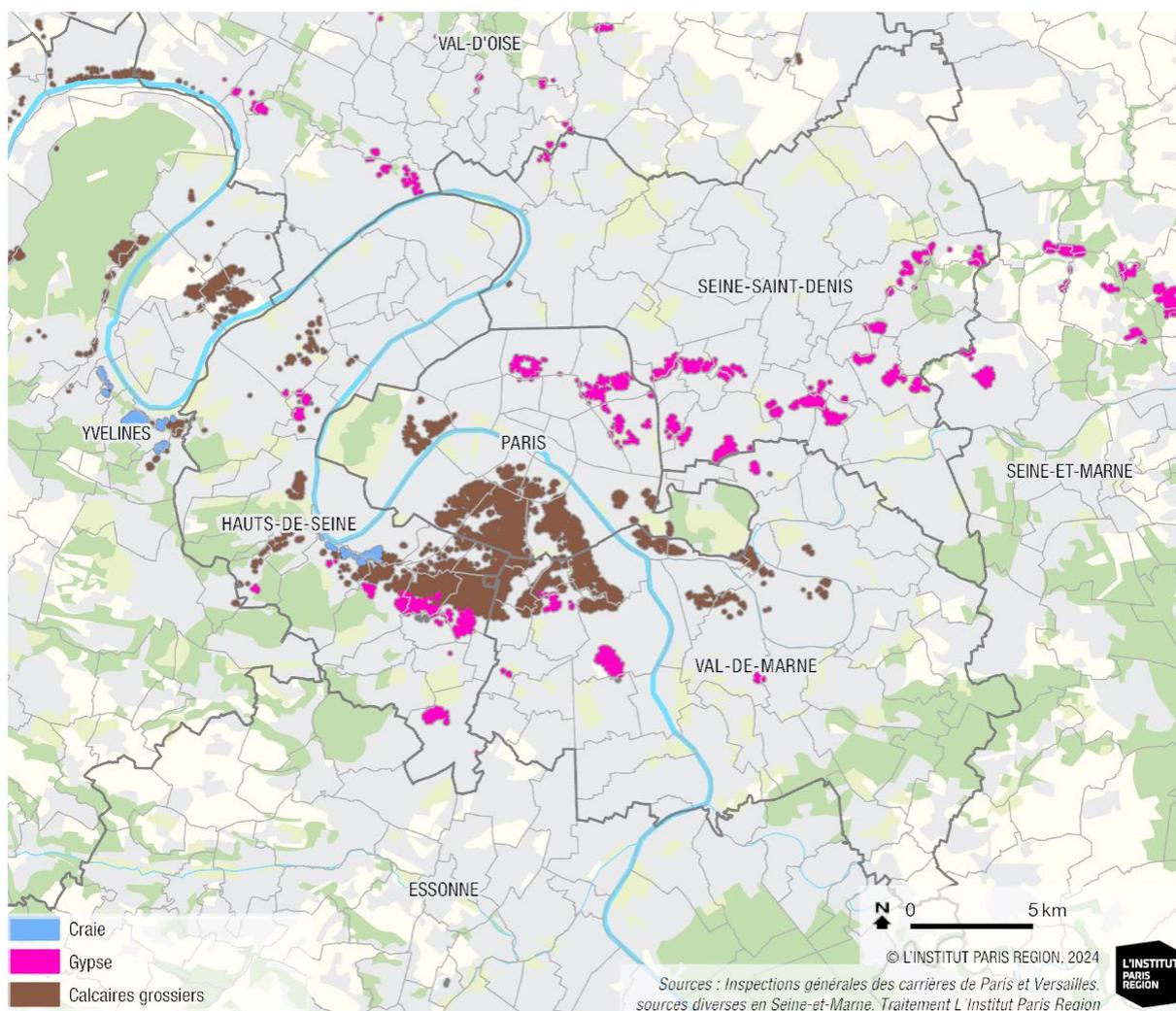
Le gypse dont l'accès à la ressource était relativement aisé depuis les flancs des buttes qui protègent les gisements, a été exploité pour produire du plâtre de grande qualité. L'extraction du gypse sous Paris a pris un essor considérable au cours du XVII^{ème} siècle. Les anciennes carrières de gypse se concentrent dans les arrondissements du nord-est (18^{ème}, 19^{ème} et 20^{ème} arrondissements) où les premières exploitations ont fait la renommée du Plâtre de Paris ; elles couvrent environ 76 hectares sous les hauteurs de Montmartre, des Buttes-Chaumont et de Belleville. Les méthodes d'extraction à piliers tournés n'empêchant pas les effondrements malgré les comblements, l'interdiction de ces activités souterraines dans la capitale fut prise au début du XIX^{ème} siècle. Les exploitations les plus nombreuses, totalisant environ 290 ha, s'inscrivent sous la série de buttes qui se prolongent dans le département de la Seine-Saint-Denis depuis les Lilas/Romainville, Montreuil-sous-Bois, Rosny-sous-Bois, jusqu'aux limites du département (Gagny, Livry-Gargan, Montfermeil...). D'anciennes carrières de gypse sont également recensées dans les Hauts-de-Seine (168 ha) sur les communes de Bagneux, Chatillon, Clamart et Antony et dans le Val de Marne (86 ha) à Vitry-sur-Seine et à Villejuif.

En grande couronne, le soubassement gypseux sous la butte de l'Hautil (Yvelines et Val d'Oise) a été exploité dès le XVIII^{ème} siècle, et de façon intensive entre le XIX^{ème} siècle jusqu'à la fin des années 1970, notamment à partir de Vaux-sur-Seine. Au total, près de 800 hectares ont été exploités sur lesquels sont recensés environ 480 hectares de cavités, les autres galeries ayant été comblées, foudroyées ou s'étant simplement écroulées. A proximité du massif de l'Hautil, sur la rive gauche de la Seine, l'exploitation des carrières de Médan et Villennes-sur-Seine s'est exercée sur des surfaces beaucoup plus modestes (7 ha). D'autres exploitations à caractère plus artisanal sont également reconnues dans le Val d'Oise au niveau des buttes de Marines, de Corneilles, de Montmorency... Au total, près de 735 hectares de zones sous-

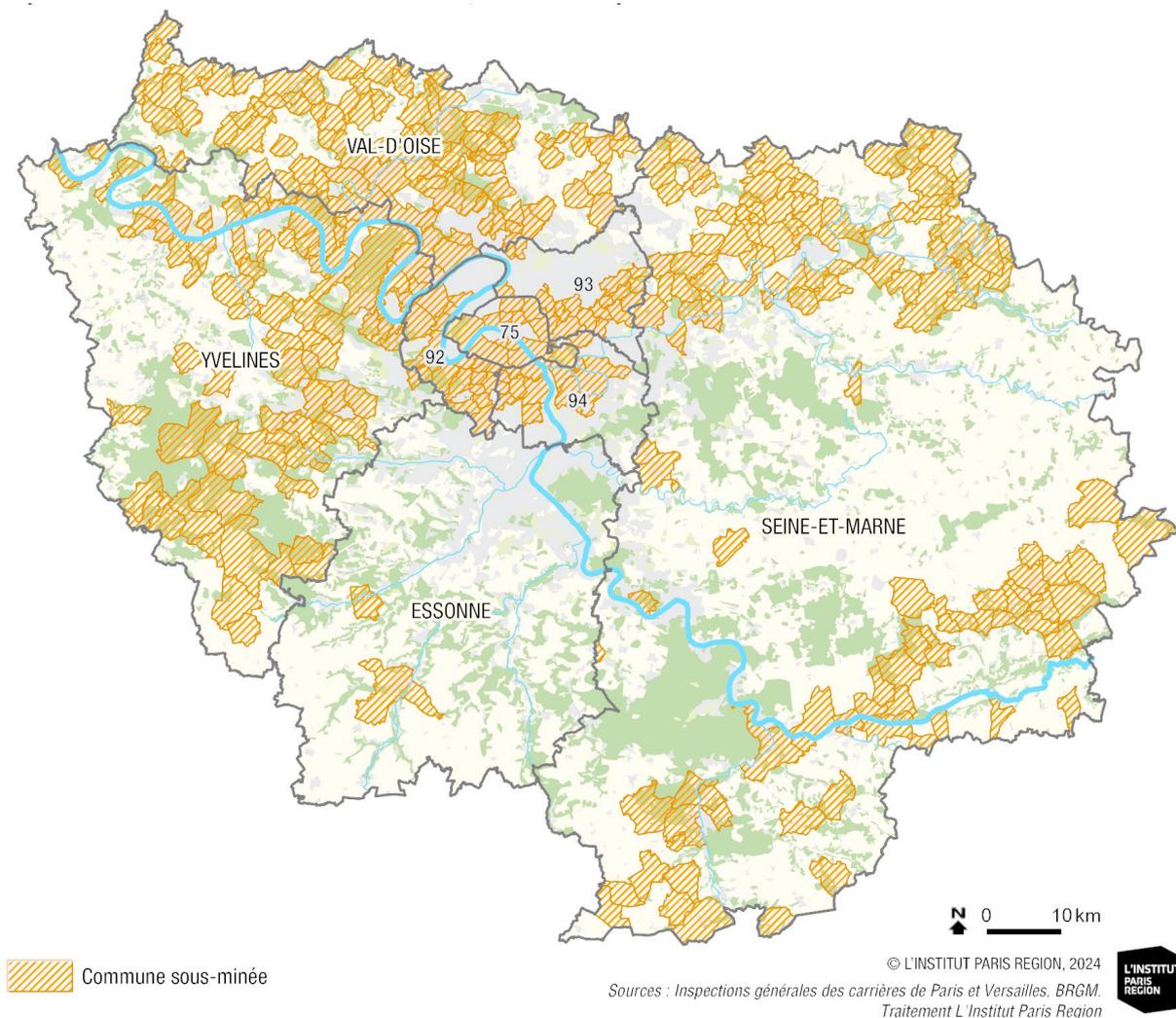
minées par d'anciennes carrières de gypse sont recensés entre les Yvelines (459 ha) et le Val d'Oise (274 ha). Hors territoire de compétence des Inspections générales des carrières, plusieurs dizaines d'hectares ont également été inventoriés sous le massif de l'Aulnay, autour de Meaux (Orxois) et sous les monts de la Goële, au nord du département.

Mélangée à de l'argile, la craie est employée dans la fabrication des chaux et ciments. Broyée, purifiée et montée en pains, elle permettait de produire le Blanc de Meudon pour la composition de peintures et mastics, de produits de nettoyage et de cosmétiques. En petite couronne, les carrières de craie (environ 28 ha) se rencontrent dans les Hauts-de-Seine essentiellement sur les coteaux de la Seine à Issy-les-Moulineaux, Meudon, Sèvres et Clamart. L'exploitation de certaines carrières de craie remonte au XVIII^{ème} siècle et s'est poursuivie jusqu'en 1925. Le mode d'exploitation à l'origine artisanal, en cavage, s'est industrialisé au début du XIX^{ème} siècle. Des carrières souterraines de craie ont également été exploitées jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle dans les Yvelines notamment à Bougival, Louveciennes et à Port-Marly (environ 60 ha) pour la fabrication du « Blanc de Bougival », analogue au « Blanc de Meudon ».

Carte 1 : Zones sous-minées par d'anciennes carrières souterraines (cavités cartographiées) dans l'agglomération centrale



Carte 3 : Communes exposées aux zones sous-minées en Ile-de-France (anciennes carrières souterraine, marnières)



2.2. LA FORTE EXPOSITION DU CŒUR D'AGGLOMERATION

L'exposition des territoires aux zones sous-minées est variable. Paris et les départements de la petite couronne, lieu du développement historique de l'agglomération parisienne, sont les plus impactés. La moitié des communes et arrondissements (73 sur 143) est concernée par des sites d'anciennes carrières souterraines. Au total, les zones sous-minées couvrent, avec 2 613 hectares, environ 3,5 % du territoire des départements de la petite couronne, mais avec de fortes variations selon les départements et les communes. Paris (8,0 %) et les Hauts-de-Seine (5,0 %) sont proportionnellement les plus exposés. Les enjeux peuvent être localement très importants ; pour six communes, ces zones sous-minées couvrent plus de 30 % de leur territoire : Chatillon (75,0 %), Bagneux (62,3 %), Paris 14^{ème} (57,5 %), Arcueil (52,8%), Montrouge (37,2 %) et le Kremlin-Bicêtre (31,8 %).

Certains départements de la grande couronne sont aussi fortement concernés avec plus du tiers des communes (36,3 % - 94 sur 259) dans les Yvelines (anciennes carrières souterraines et marnières) et plus de la moitié des communes (53,3 % - 98 sur 184) dans le Val d'Oise. L'exposition est moindre cependant ; les surfaces sous-minées totalisent 1 430 ha (0,4 % des surfaces départementales cumulées).

Le département de l'Essonne apparaît beaucoup moins exposé avec seulement 2 communes concernées par des zones sous-minées par d'anciennes exploitations de matériaux de carrières, pour des surfaces très réduites, et moins d'une dizaine par des zones de marnières (Fig. 7 à 9).

Une faible connaissance des anciennes carrières et des zones-minées en Seine-et-Marne

L'absence d'un service équivalent aux IGC dans le département de la Seine-et-Marne rend difficile l'évaluation et la connaissance des zones sous-minées sur ce territoire. La principale source d'information est issue de la base de données nationale « BD Cavités » du BRGM. Cette base de données recense des cavités anthropiques ou naturelles de nature très diverses, localisées de façon ponctuelle : anciennes carrières souterraines, caves, galeries, ouvrages souterrains civils ou militaires, cavités naturelles (karstiques)... Elle est construite à partir de différentes sources : travaux d'historiens (archives et inventaires partiels), d'inventaires départementaux spécifiques, d'informations ponctuelles d'origine diverses (associations, collectivités, particuliers...).

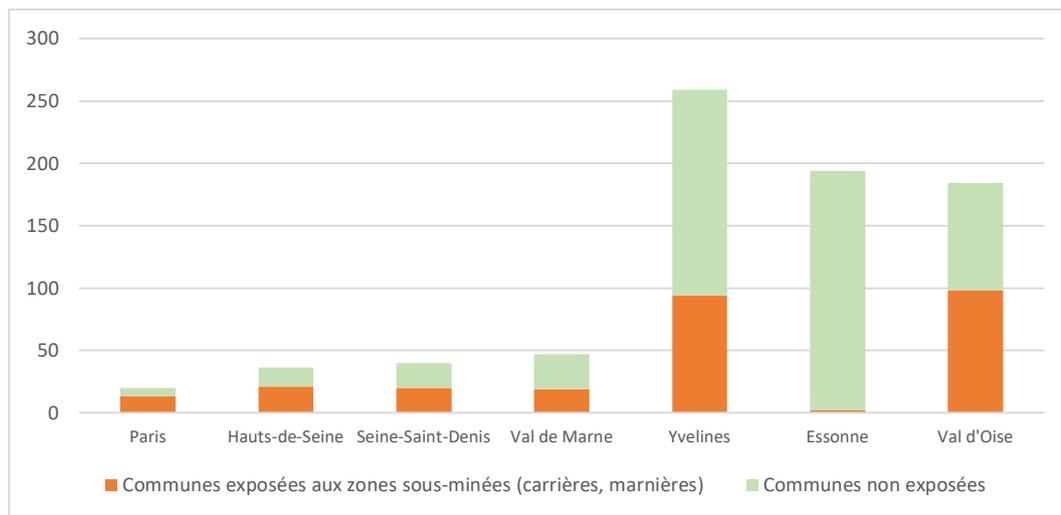
La BD Cavités recense dans le département de la Seine-et-Marne plus de 410 anciennes carrières réparties sur 127 communes (25 % des communes du département) (carte 4 page suivante) ; ces cavités se concentrent principalement sur 3 secteurs :

- Au nord du département, avec en particulier d'anciennes exploitations de gypse localisées sous une série de buttes témoins des monts de la Goële, du massif de l'Aulnay et dans l'Orxois, au sud et au nord de Meaux.
- Au sud-est dans le Provinois avec de nombreuses traces d'anciennes exploitations souterraines d'argiles.
- Au sud, autour du massif de Fontainebleau, d'anciennes exploitations de sables-siliceux, mais aussi de calcaires sur le secteur de Château-Landon.

Quelques emprises ont cependant été cartographiées plus précisément sur la base de travaux issus d'associations locales, notamment pour d'anciennes exploitations de gypse (environ 110 hectares) du massif de l'Aulnay dans la partie nord du département. L'élaboration de Plans de prévention des risques mouvement de terrain (Cf. 4.4.2. Les PPR cavités et mouvements de terrain en Ile-de-France) sur plusieurs communes (Nanteuil-les-Meaux, Mareil-les-Meaux...) au sud de Meaux a également donné lieu à des inventaires plus précis des zones sous-minées.

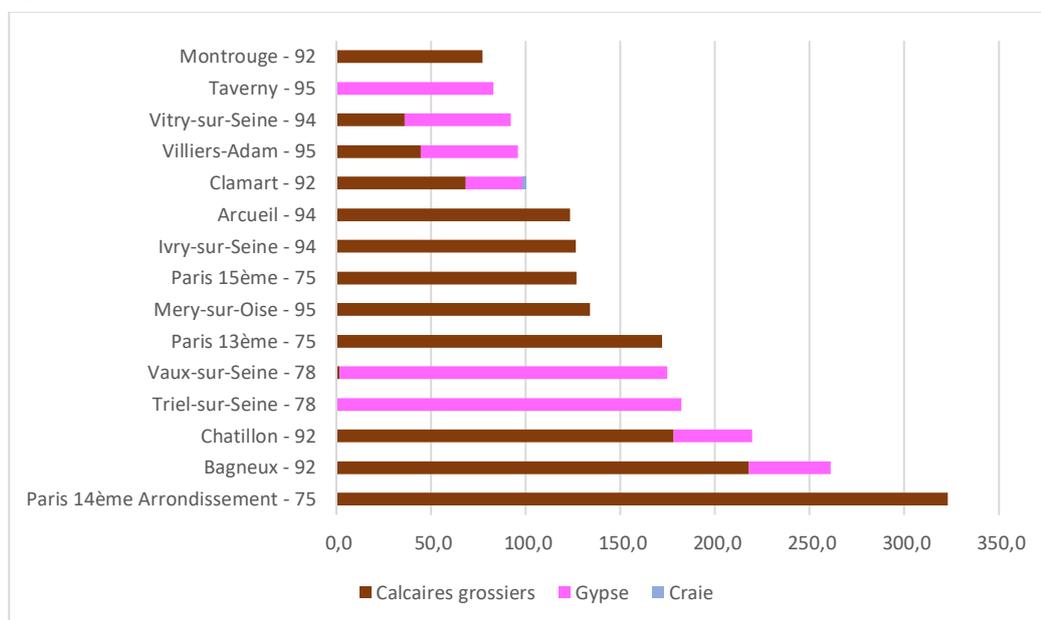
Au total, en l'état actuel des connaissances, les différents inventaires (cartographie IGC, BD Cavités) révèlent que près 31 % (394) des communes franciliennes, sont potentiellement exposées à des zones sous-minées par d'anciennes carrières et des secteurs de marnières (Carte 3).

Figure 7 : Nombre de communes exposées aux zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne)



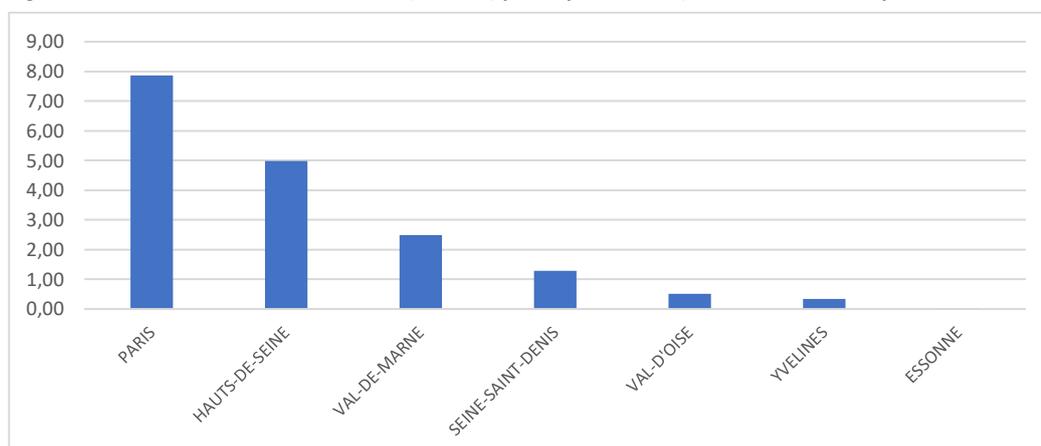
Sources : Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, traitement L'Institut Paris Region

Figure 8 : Les 15 communes les plus exposées en surfaces sous-minées (ha) (hors Seine-et-Marne)



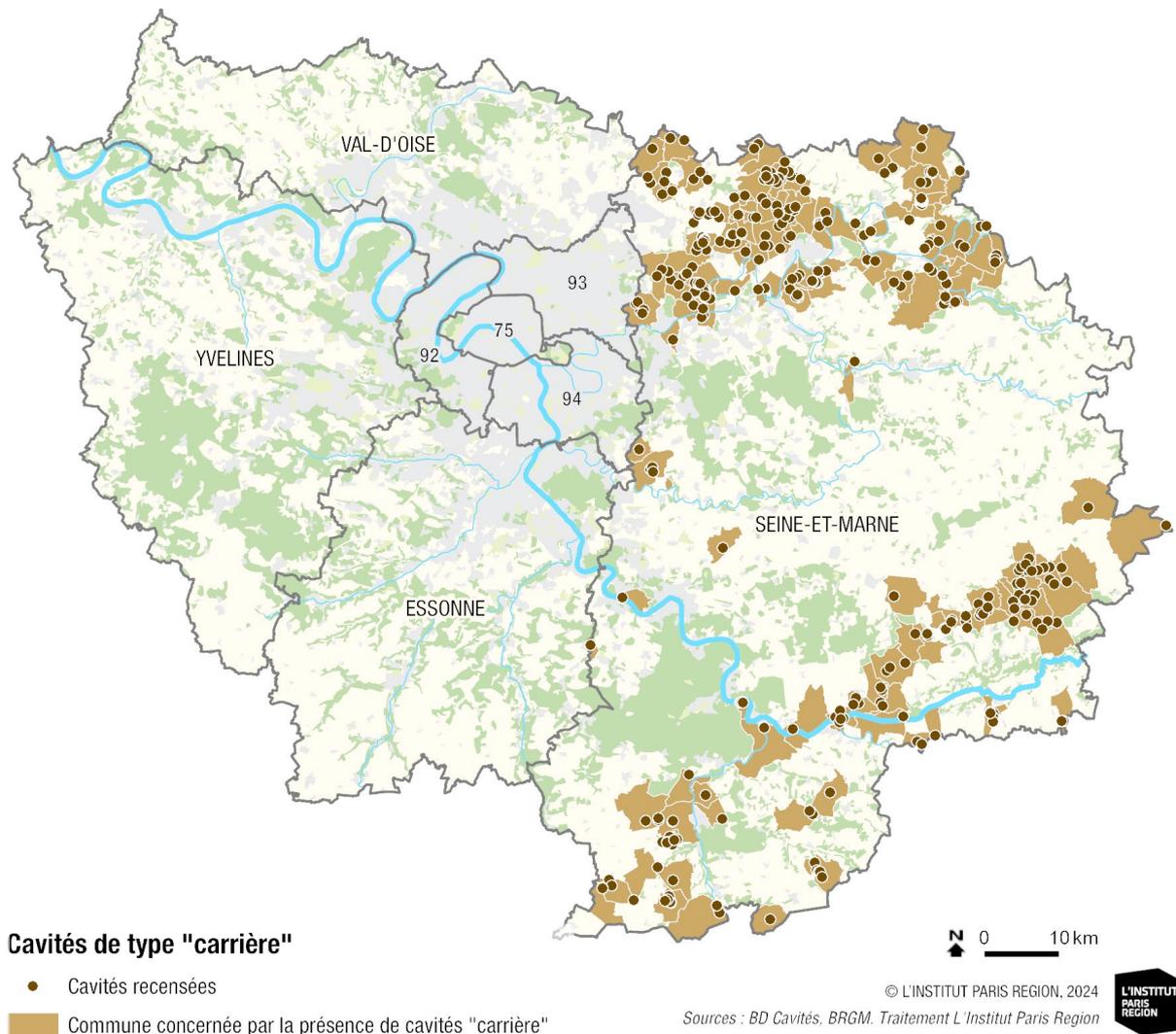
Sources : Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, traitement L'Institut Paris Region

Figure 9 : Densité de zones sous-minées (ha/km²) par département (territoires couverts par les IGC, hors Seine-et-Marne)



Sources : Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, traitement L'Institut Paris Region

Carte 4 : Recensement des cavités « carrières » dans le département de la Seine-et-Marne



Un taux élevé d'urbanisation des zones sous-minées

Les indicateurs de l'exposition humaine (population, logement, développement urbain) et socio-économique constituent les premiers éléments d'appréciation de la vulnérabilité potentielle d'un territoire aux risques majeurs. Si les zones sous-minées ne couvrent que 0,4 % du territoire régional, leur taux d'urbanisation traduit l'importance des enjeux potentiels. L'implantation des activités humaines sur les zones sous-minées constitue un facteur directement responsable du caractère potentiellement très préjudiciable ou catastrophique d'un événement.

En Ile-de-France, le taux d'urbanisation moyen des zones sous-minées par les espaces construits, les infrastructures de transport (routières ou ferroviaires), par les espaces urbains ouverts (espaces verts, terrains de sport et de loisirs...) est proche de 65 %, dont 47 % d'espaces construits (habitats, équipements, activités économiques, infrastructures). Ce taux élevé à l'échelle régionale masque cependant d'importantes disparités entre les territoires, mais aussi selon la nature des matériaux exploités.

Dans les départements de Paris et de la petite couronne, caractérisés par la densité des tissus urbains, ce taux d'urbanisation est particulièrement élevé, proche de 95 % en moyenne, dont 71 % d'espaces construits. Ce taux diffère cependant selon la nature des matériaux (Fig. 10-11 ci-contre) :

- Sur les secteurs sous-minés par d'anciennes exploitations de calcaires grossiers dans les arrondissements du sud parisien (5^{ème}, 6^{ème}, 13^{ème}, 14^{ème}, 15^{ème}...) et les communes limitrophes de la toute première couronne (Hauts-de-Seine, Val de Marne), ce taux est proche de 100 % (81 % par des espaces construits). Les qualités géotechniques (résistance, dureté...) des matériaux calcaires, les épaisseurs de recouvrement de 15 à 20 mètres, les hauteurs relativement faibles des galeries qui ont facilité les travaux de remblayage ou de consolidation, l'appui technique des Inspections générales des carrières sur les modalités de construction..., sont autant d'éléments favorables qui ont permis l'urbanisation de ces secteurs depuis plusieurs décennies.
- À l'inverse, les anciennes carrières de gypse présentent des contraintes à l'urbanisation beaucoup plus importantes. Les risques de dégradation et d'effondrement y sont plus élevés compte tenu des caractéristiques des matériaux (solubilité de la roche, faible résistance) et des méthodes d'exploitation (galeries de grandes hauteurs pouvant atteindre 15 à 18 mètres, superposition de plusieurs niveaux de galeries, remblaiement partiel...). La consolidation et la mise en sécurité nécessitent des moyens très importants (engins, quantités de remblais, coûts associés) qui ont largement freiné l'urbanisation des zones sous-minées. Leur taux moyen d'urbanisation est de 80 %, mais seulement de 40 % par des espaces construits.
C'est dans Paris que le taux d'urbanisation est le plus élevé, les anciennes carrières de gypse ayant été sécurisées par injection ou foudroisement (effondrement volontaire par destruction des piliers de soutènement). Ces taux sont plus faibles dans les départements limitrophes où la pression urbaine a été pendant longtemps moins forte. Ce taux d'urbanisation (espaces construits) n'atteint pas 50 % dans le Val de Marne et ne dépasse pas 20 % en Seine-Saint-Denis où de nombreuses zones sous-minées ont laissé place à des parcs et espaces verts aménagés (parc du Plateau d'Avron à Rosny-sous-Bois, parc des Guillants à Montreuil-sous-Bois, Corniche des Forts à Romainville...), d'autres secteurs étant par ailleurs toujours maintenus en espaces naturels dans la partie est du département (Gagny, Livry-Gargan...).

Le taux d'urbanisation moyen des zones sous-minées, tous matériaux confondus, est beaucoup moins élevé dans les départements de la grande couronne (Yvelines, Val d'Oise). Il dépasse légèrement les 20 % avec un peu moins de 13 % d'espaces construits. Comme en petite couronne, c'est sur les anciennes carrières de gypse que la pression est la plus faible, avec moins de 4,4 % d'espaces construits (Fig. 12-13 ci-contre).

Figure 10 : Occupation du sol (ha) des emprises sous-minées dans les départements de la petite couronne par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)

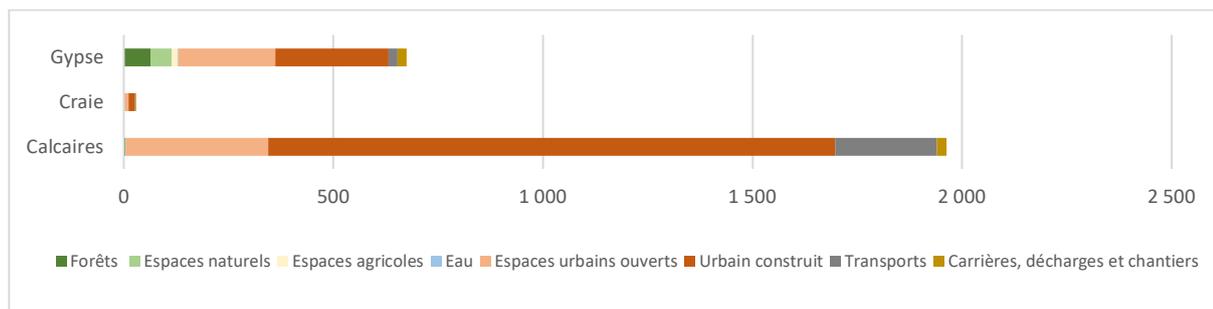


Figure 11 : Répartition de l'occupation du sol des emprises sous-minées dans les départements de la petite couronne par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)

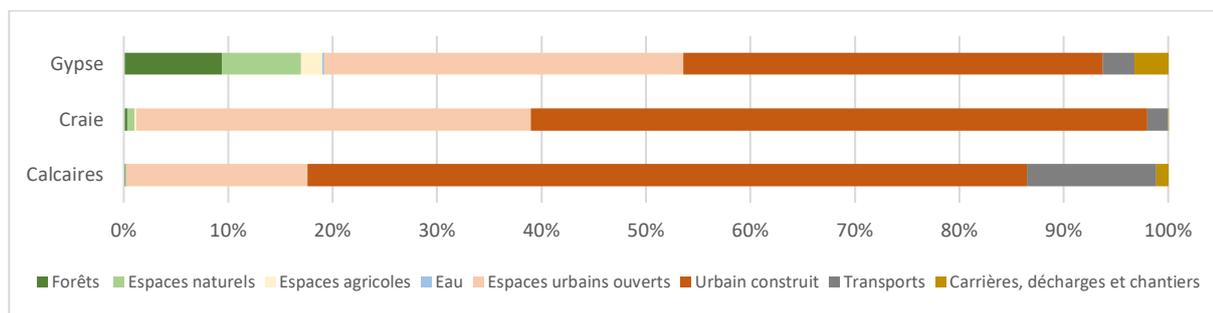


Figure 12 : Occupation du sol (ha) des emprises sous-minées dans les départements des Yvelines et du Val d'Oise par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)

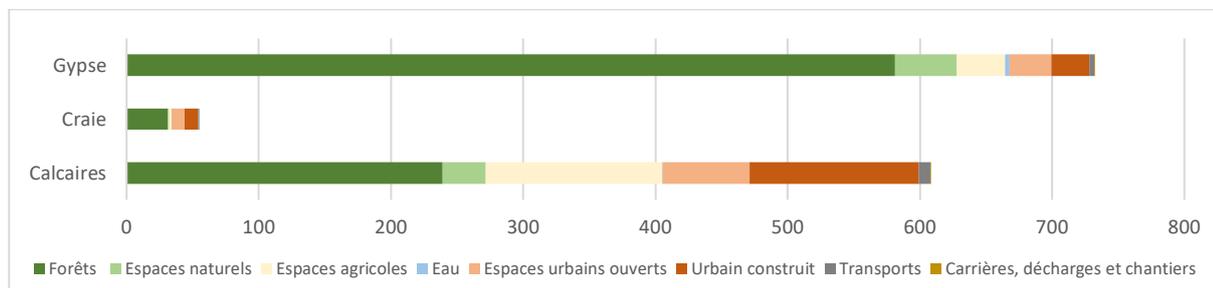
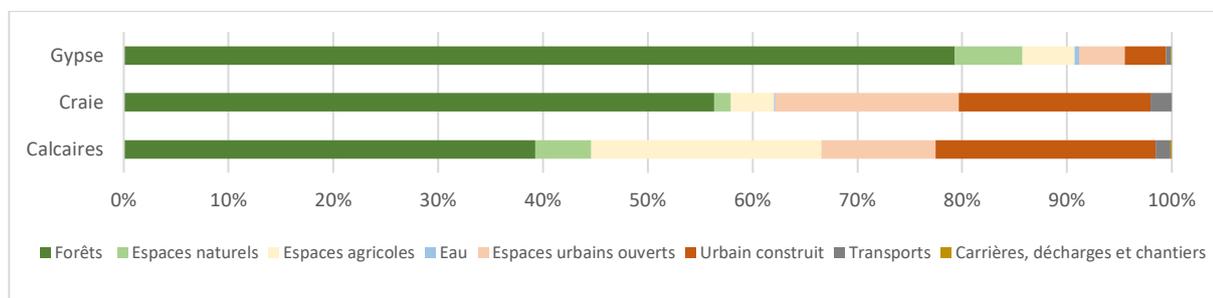


Figure 13 : Répartition de l'occupation du sol des emprises sous-minées dans les départements des Yvelines et du Val d'Oise par type de matériaux (territoires couverts par les IGC)



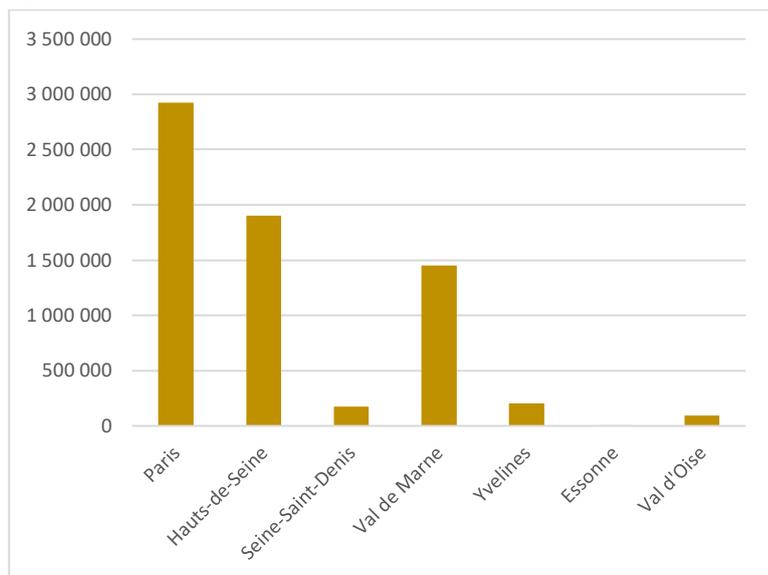
Sources : Cartographie des zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, Mode d'occupation du sol 2021, L'Institut Paris Region. Traitement L'Institut Paris Region

D'autres indicateurs peuvent permettre de préciser l'importance des enjeux en surface :

- Les emprises des bâtiments, tous usages confondus (habitats, activités, équipements...), couvrent au total près de 6,76 millions de m². Les départements de la petite couronne concentrent plus de 95 % de ces emprises bâties sur les zones sous-minées, Paris représentant près de 45 % (2,93 millions de m²) de ces enjeux (Fig. 14).
- Environ 228 000 logements (400 000 habitants) sont recensés sur les zones sous-minées, à 98 % dans les départements de la petite couronne. Paris est la plus exposée avec environ 127 000 logements. A l'inverse, avec moins de 2 300 logements, la Seine-Saint-Denis apparaît beaucoup moins exposée (Fig. 15).

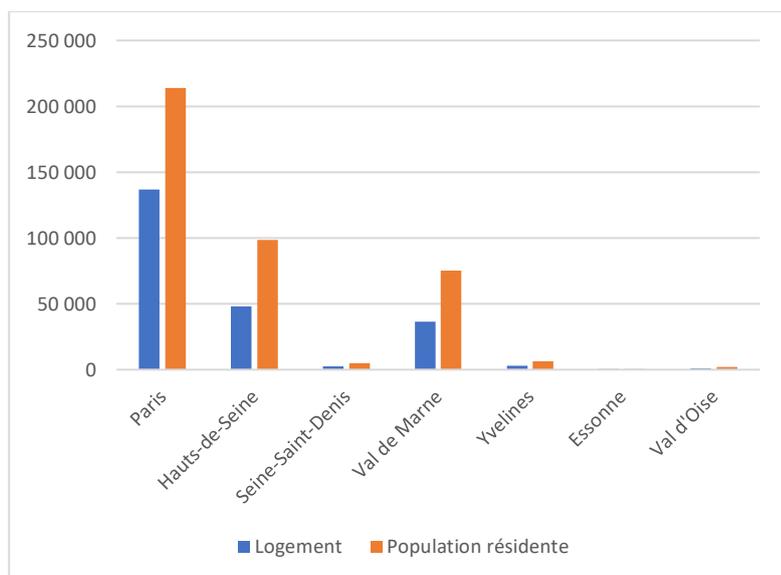
La part de logements individuels dans le parc exposé reste minoritaire, avec moins de 15 000 logements estimés au total.

Figure 14 : Emprises bâtimentaires (m²) sur les zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne)



Sources : Cartographie des zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, DensiBati 2018, L'Institut Paris Region. Traitement L'Institut Paris Region

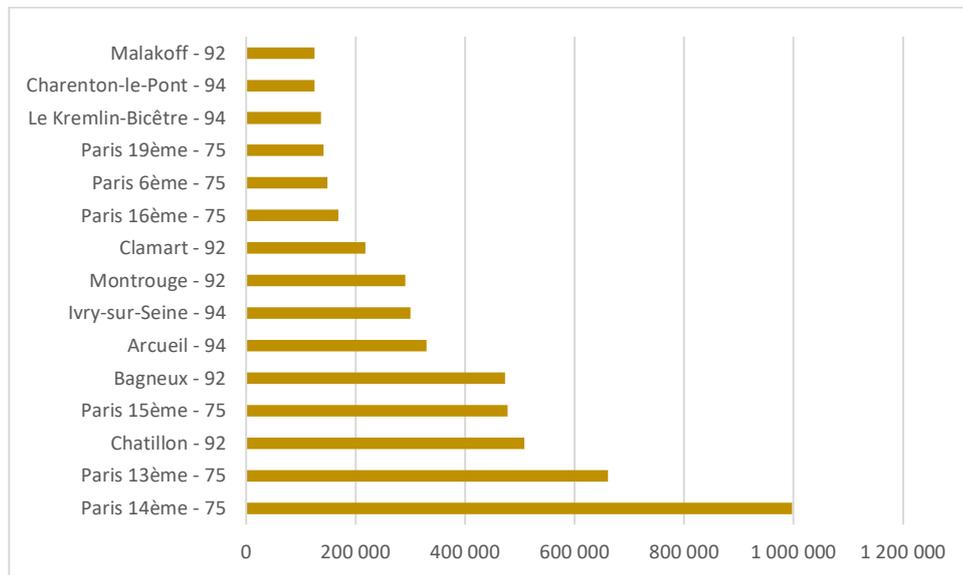
Figure 15 : Emprises bâtimentaires (m²) sur les zones sous-minées par département (hors Seine-et-Marne)



Sources : Cartographie des zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, DensiBati 2018, L'Institut Paris Region. Traitement L'Institut Paris Region

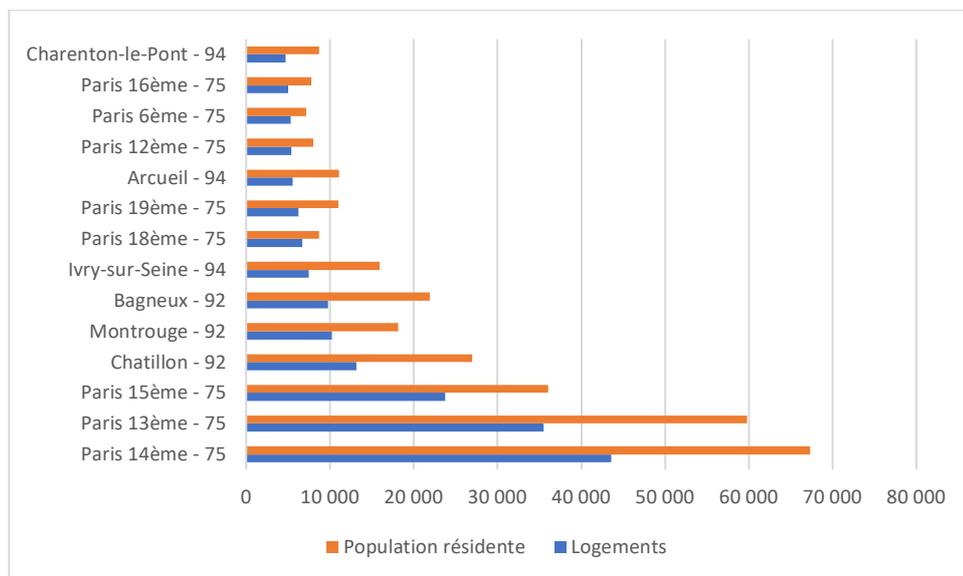
Les 15 communes et arrondissements les plus exposés en termes d'emprises bâties et d'enjeux humains (logements et populations résidentes) s'inscrivent toutes dans le sud parisien, confirmant ainsi à la fois les plus faibles contraintes à l'urbanisation que constituent les anciennes exploitations de calcaires grossiers, mais aussi l'importance des travaux de consolidation et de mises en sécurité engagés déjà depuis plusieurs décennies, voire dizaines de décennies sous Paris, pour accompagner et permettre le développement de l'urbanisation (Fig. 16-17).

Figure 16 : Les 15 communes les plus exposées en emprises bâties (m²) (hors Seine-et-Marne)



Sources : Cartographie des zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, Densibâti 2018, L'Institut Paris Region. Traitement L'Institut Paris Region

Figure 17 : Les 15 communes les plus exposées en logements et populations résidentes (hors Seine-et-Marne)



Sources : Cartographie des zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles, Densibâti 2018, L'Institut Paris Region. Traitement L'Institut Paris Region



Cloche de fontis dans une ancienne carrière de gypse. Annet-sur-Marne, Seine-et-Marne.
Crédit : Nicolas Dudot



Fontis venu à jour. Chars, Val d'Oise.
Crédit : IGC Versailles

3. LES RISQUES LIÉS AUX ZONES SOUS-MINÉES PAR LES ANCIENNES EXPLOITATIONS

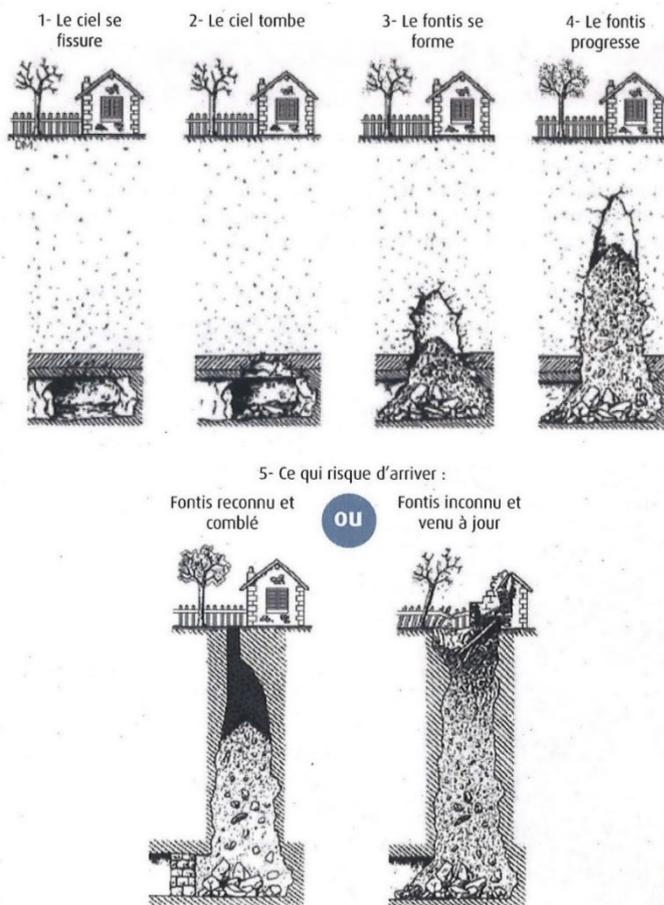
Dès la fin de leur exploitation, les carrières souterraines sont le siège d'une évolution lente, mais inéluctable, qui se traduit par un processus de dégradation dont les premiers désordres observés sont le plus souvent des chutes de pierres ou de blocs se détachant des parois ou du toit des galeries d'extraction. La présence de ces vides dans les bancs de calcaires, de craie ou de gypse peut entraîner, par l'effondrement des terrains sus-jacents ou le tassement des remblais, des désordres en surface avec des impacts et des risques sur les biens (constructions, réseaux enterrés, infrastructures) et mettre en danger les populations localisées à l'aplomb. Des facteurs aggravants peuvent jouer un rôle dans l'évolution des phénomènes : internes liés à la nature et la résistance des matériaux, ou externes (infiltrations d'eau, remontées de nappes, variations de charge en surface...).

Les désordres observés

En règle générale, trois manifestations de ces désordres peuvent être distinguées : les effondrements localisés ou fontis, les affaissements et les effondrements généralisés :

- **Les fontis** sont des phénomènes importants et constituent le principal mode de dégradation des carrières souterraines (Fig. 18, ci-contre). Ils se présentent comme des effondrements le plus souvent circulaires, localisés à l'aplomb des cavités souterraines préexistantes. Les fontis se produisent lorsque les bancs du toit sont peu résistants et surmontés de terrains de caractéristiques mécaniques médiocres ou de sols meubles. Ils sont initiés par la rupture progressive des premiers bancs du toit par flexion ou par cisaillement. Le processus se développe alors verticalement et provoque la formation d'une « cloche de fontis ». Les vides peuvent remonter vers la surface après affaissement des terrains qui les recouvrent et provoquer alors une cavité en forme de cratère appelée « fontis ». La vitesse de progression de la cloche de fontis n'est pas connue, mais elle peut être rapide en particulier en présence d'eau.

Figure 18 : Schéma de formation d'un fontis



Source : IGC

Le désordre peut survenir de façon plus ou moins brutale. Le diamètre et la profondeur des fontis sont variables notamment en fonction du volume du vide initial et de la hauteur de recouvrement, mais peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres, en particulier pour les carrières de gypse. Ces désordres sont d'ailleurs plus fréquents dans ce type de carrières pour plusieurs raisons :

- Les hauteurs d'exploitation sont souvent importantes, surtout dans la haute masse, qui peut atteindre de dix à dix-huit mètres.
- Les carrières sont très partiellement remblayées et il subsiste de nombreux et importants vides résiduels.
- L'implantation et les caractéristiques des piliers tournés dans les exploitations anciennes n'ont pas été calculées en fonction du report de charge des terrains. Elles étaient souvent déterminées en fonction de la facilité d'extraction, sans règle précise, les carriers jugeant selon l'état de la pierre et surtout de sa rentabilité commerciale. Lorsqu'il existait plusieurs niveaux d'exploitation souterraine, les piliers tournés étaient rarement superposés les uns au-dessus des autres.
- Le comportement mécanique médiocre du gypse, son altérabilité et le manque de consolidation des galeries, favorisent la dégradation rapide de ces carrières.

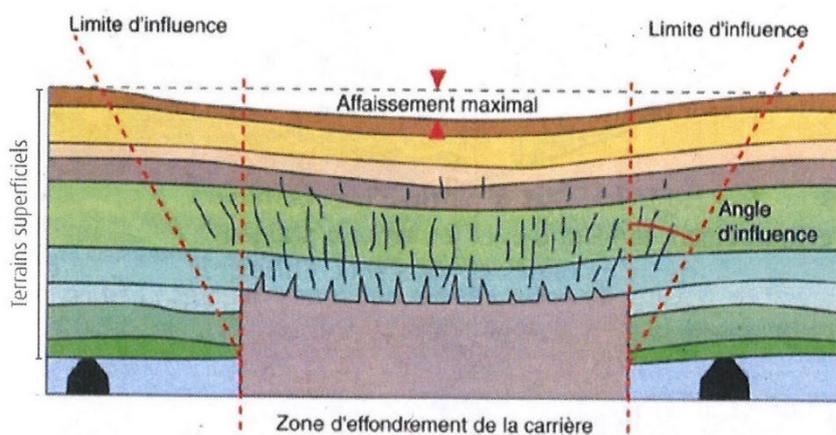
En surface, pour les bâtiments, l'apparition d'un fontis se traduit par la perte de sol de fondation. Si le bâtiment n'a pas de structure rigide des fondations, les murs porteurs cassent, entraînant la ruine de tout ou partie du bâti en fonction de l'importance et de la localisation du fontis.

- Les affaissements

Les affaissements sont des désordres ponctuels qui se présentent sous la forme de dépressions à la surface du sol en forme de large cuvette, avec ou sans fracture ouverte (Fig. 19). Leur importance varie entre la simple dépression de quelques centimètres à la cuvette de quelques mètres. Ce phénomène est lent et progressif, pouvant dans certains cas durer des décennies. Il se produit lorsque les terrains sont plutôt plastiques et que la profondeur de la cavité est importante par rapport à sa hauteur. La circulation d'eau (naturelle ou provenant de fuites de canalisations) dans les terrains est un facteur déclenchant ou aggravant ces phénomènes.

Les affaissements ne constituent pas, du fait de la lenteur de l'événement, un risque immédiat pour les personnes. Moins brutal que le fontis, ce phénomène amorti peut tout de même entraîner des mouvements sur les bâtiments ; les affaissements créent des tassements différentiels sur les fondations qui se traduisent par des fissures, parfois traversantes, allant de la dégradation du ravalement à la ruine des murs porteurs, en passant par le blocage des portes et fenêtres.

Figure 19 : Schéma d'un affaissement



Source : IGC

- Les effondrements généralisés

Des effondrements généralisés peuvent aussi se produire dans le cas où le phénomène de vieillissement, d'altération des piliers affecte plusieurs carrefours. Il s'agit d'un effondrement soudain en chaîne des piliers de la totalité ou d'une grande partie d'une exploitation, qui peut entraîner des conséquences dramatiques à la surface. Ce phénomène, heureusement très rare, peut concerner des zones de plusieurs hectares.



Vues de l'effondrement généralisé survenu à Issy-les-Moulineaux-Clamart le 9 juin 1961.

Crédit : Archives municipales de Clamart

Des incidents et accidents relevés chaque année en Ile-de-France

Les phénomènes de dégradation des anciennes carrières souterraines conduisent ainsi à des incidences en surface sans que pour autant le moment de leur survenance puisse être prévu. Ces incidences sont par ordre croissant de gravité :

- une décompression localisée de terrain sans mouvement appréciable ;
- un abaissement progressif du terrain sur une certaine surface (affaissement) ;
- la venue à jour d'un fontis localisé de un à plusieurs mètres de diamètre ;
- l'effondrement d'un ou de plusieurs piliers, pouvant par réaction provoquer un effondrement généralisé.

Les conséquences peuvent être dramatiques sur les vies humaines et les bâtiments qui sont complètement détruits. Les accidents mettant en danger la vie des personnes restent cependant très rares. La dernière catastrophe majeure remonte à juin 1961 avec l'effondrement sur près de 8 hectares d'une ancienne carrière de craie sous un quartier pavillonnaire de Clamart et d'Issy-les-Moulineaux, provoquant la mort de 21 personnes et une cinquantaine de blessés, et entraînant la destruction d'une quarantaine de logements. Le dernier accident mortel en Ile-de-France date du 11 mars 1991 avec la venue à jour d'un fontis de 30 m de diamètre et 80 m de profondeur dans le massif de l'Hautil, à Chanteloup-les-Vignes (78), provoquant la mort d'une personne et engloutissant plusieurs caravanes et un camion.

La faible occurrence de ces événements particulièrement graves tient pour beaucoup au travail de surveillance des services d'inspections des carrières. Les visites régulières des galeries, les contrôles de stabilité... permettent souvent d'engager à temps les travaux préventifs pour prévenir les risques d'effondrements. Ainsi, les travaux de consolidation et les comblements opérés depuis plusieurs dizaines d'années ont permis de réduire considérablement les vides résiduels, facteurs de risques.

Cependant, ces risques ne peuvent être complètement évités. Ainsi par exemple, chaque année, l'IGC Paris intervient pour une dizaine à une quinzaine d'incidents liés à des cavités dans les départements de la petite couronne. Ces incidents correspondent à des désordres, des effondrements de terrain liés à des tassements de remblais, des apparitions de fontis... entraînant des dommages plus ou moins importants sur des parcelles publiques et privées.

Nota : La nomenclature des arrêtés catastrophes naturelles (dit arrêté CatNat) relatifs aux mouvements de terrain dans le journal officiel : « Mouvements de terrain », « Effondrement et/ou Affaissement » « Glissement de terrain » ne permet pas de déterminer précisément la nature de l'évènement ou du phénomène à l'origine de la promulgation de l'arrêté. Moins d'une dizaine d'évènements – tous dans le département du Val d'Oise - ont donné lieu à des arrêtés CatNat en Ile-de-France depuis 1982, pour des évènements classés en « effondrements et affaissements ». Le fontis venu à jour à Chanteloup-les-Vignes en 1991 a été classé comme « mouvement de terrain ». La référence « CatNat » pour identifier les accidents majeurs liés aux cavités souterraines en Ile-de-France reste donc peu pertinente.

4. LA PREVENTION DES RISQUES CAVITES SOUTERRAINES ET MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les risques souterrains, une somme d'enjeux locaux

En affectant la stabilité des sols, les cavités souterraines peuvent avoir de graves conséquences, tant sur le plan humain (sécurité des personnes) que sur le plan économique (coût des dommages, pertes de valeur foncière, coût de consolidation et sécurisation...). Si les cavités souterraines liées aux anciennes carrières sont d'origine anthropique, la prévention des risques de mouvements de terrain liés à leur dégradation se rattache à la politique de gestion des risques naturels majeurs, portée par le Ministère de la transition écologique.

Le territoire francilien est potentiellement exposé à de nombreux risques naturels : inondations par débordement ou par ruissellement, phénomènes de retrait-gonflement des argiles (RGA), mouvements de terrain, feux de forêts... Une partie de ces phénomènes est susceptible d'impacter des territoires à des échelles larges : communales, intercommunales, voire régionale, avec des conséquences lourdes en termes de dommages (multi exposition des biens et des personnes), mais aussi de gestion de crise (évacuation, hébergement provisoire de populations nombreuses...) ou d'impacts indirects (fragilités de réseaux, pertes de continuité d'activités).

A la différence de ces risques naturels, la gestion des risques rattachés aux cavités souterraines et les incidents et accidents qui leurs sont liés peuvent être appréhendés comme une somme d'enjeux locaux, presque ponctuels. En effet, les désordres observés par la dégradation des zones sous-minées et leurs conséquences pour les biens et les populations, la survenance des accidents..., s'inscrivent à des échelles très locales, le plus souvent parcellaires, limitant les enjeux en termes de gestion de crise (et d'anticipation de son organisation) ou de vulnérabilité plus systémique d'un territoire.

La gestion des risques souterrains recouvre cependant les objectifs de la politique nationale de prévention des risques naturels qui vise à mieux prendre en compte ces risques afin de garantir la sécurité des personnes et réduire les dommages. Cette politique s'articule autour de plusieurs axes : la consolidation et l'amélioration de la connaissance, la surveillance, le partage de l'information auprès de la population et des acteurs des territoires, la prise en compte dans l'aménagement et notamment dans les documents d'urbanisme (SCoT, PLU et PLUi) à travers les Plans de prévention des risques naturels (PPR). Avec une spécificité : la dimension « cachée » de l'aléa souterrain, souvent invisible pour les populations et oublié de tous, surtout lorsque les cavités sont anciennes.

4.1. UN REGIME JURIDIQUE PARTICULIER²

Les cavités d'origine naturelle (karsts, abris sous roche, grottes...) ou anthropique (hormis les mines) relèvent d'un contexte réglementaire bien particulier, dont certaines spécificités influent sur la responsabilité des différents acteurs (propriétaires, occupants, gestionnaires de réseaux, collectivités...), notamment au sein d'un milieu urbain dense.

La propriété des cavités sous le domaine privé

« La quasi-totalité des carrières souterraines (ou marnières) abandonnées, les autres types de cavités anthropiques (habitations troglodytiques, caves, souterrains, etc.) ainsi que les cavités naturelles, sont d'abord régies par les dispositions de l'article 552 du Code civil : « *La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous. Le propriétaire peut faire au-dessus toutes les plantations et constructions qu'il juge à propos, sauf les exceptions établies au titre "des servitudes ou services fonciers". Il peut faire au-dessous toutes les constructions et fouilles qu'il jugera à propos et tirer de ses fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, sauf les modifications résultant des lois et règlements relatifs aux mines, et des lois et règlements de police* ».

Il résulte de ces dispositions que le propriétaire du sol est également propriétaire du sous-sol, sauf preuve contraire, telle qu'une division horizontale de la propriété constatée par un acte authentique valide. En effet, le propriétaire du sol peut vendre, donner ou louer le sous-sol de son terrain, ce qui entraîne une stratification juridique.

L'article 553 du Code civil confirme cette notion de propriété, en indiquant que « *Toutes constructions, plantations et ouvrages sur un terrain ou dans l'intérieur sont présumés faits par le propriétaire à ses frais et lui appartenir, si le contraire n'est prouvé ; sans préjudice de la propriété qu'un tiers pourrait avoir acquise ou pourrait acquérir par*

² Extraits du guide « *La gestion du risque cavités souterraines - Guide à l'usage des collectivités* ». Cerema. 2017.

prescription soit d'un souterrain sous le bâtiment d'autrui, soit de toute autre partie du bâtiment », c'est-à-dire si des preuves contraires existent (acte de propriété du sous-sol notarié) ou si un tiers a acquis un droit de propriété sur le sous-sol par prescription. Cette notion de prescription acquisitive relève des articles 2255 à 2279 du Code civil ; l'article 2261 indique ainsi qu'il est possible de devenir propriétaire d'un bien sous réserve de l'avoir en sa possession de façon « [...] continue et non interrompue, paisible, publique, non équivoque et à titre de propriétaire ». Seul l'occupant de la cavité a le droit de revendiquer la propriété. Ainsi, un maire ne peut imposer cette prescription acquisitive à un particulier occupant une cavité. Le délai de possession permettant de réaliser cette prescription est de trente ans (article 2272) ».

La propriété des cavités sous le domaine public

« Concernant les cavités situées sous le domaine public, l'article 552 du Code civil s'applique également : le sous-sol des voies publiques appartient donc généralement à la collectivité territoriale concernée. Cette présomption légale d'appartenance de la cavité à la collectivité peut néanmoins être renversée si un particulier apporte la preuve qu'il en est propriétaire, notamment par la production d'un titre.

Il est donc important de retenir que la majorité des cavités s'étendant partiellement ou totalement sous le domaine public appartient à la collectivité publique concernée. De ce fait, les particuliers occupant de bonne foi ces cavités sans détenir un acte de propriété ou une convention d'occupation temporaire doivent savoir qu'ils ne peuvent pas les vendre, les assurer ou y entreprendre de travaux ».

Responsabilité du propriétaire d'une cavité

« Quel que soit le propriétaire du terrain sous lequel s'étend la cavité (un particulier, une commune, l'État, etc.), sa responsabilité vis-à-vis de tiers peut donc être engagée au titre de l'article 1242 du Code civil selon lequel « on est responsable des choses que l'on a sous sa garde ».

Appliqué aux cavités souterraines, cet article implique que le « gardien » d'un terrain (donc son propriétaire ou le locataire s'il en a le plein usage et qu'il a signé un bail) est responsable de tout dommage aux biens et personnes, que celui-ci se produise à l'intérieur de la cavité (par exemple, un bloc de toit se détachant et tombant sur une personne) ou sur le terrain lui-même (par exemple, chute d'une personne dans un effondrement) ».

Responsabilités du Maire

Le maire détient un pouvoir de "police générale", afin d'assurer "le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publiques" (art. L.2212-2 CGCT). Il détient par ailleurs un pouvoir dans le cadre de "polices spéciales", c'est-à-dire que l'objet, le champ d'application, le contenu et les modalités du pouvoir de police sont définies par un texte précis. Il arrive qu'il y ait des recoupements entre ces deux polices au regard des objets visés.

Les pouvoirs de police générale du maire

« Dans le cadre de ses pouvoirs de police municipale, le maire a deux obligations, régies par le Code général des collectivités territoriales :

1. Une obligation générale de prévention* (par exemple, signalisation du danger, information du public, mise sous surveillance, évacuation des propriétés menacées, etc.) vis-à-vis des accidents naturels et autres fléaux calamiteux : l'article L. 2212-2 5° charge le maire, notamment, « [...] de prévenir, par des précautions convenables, et de faire cesser, par la distribution des secours nécessaires, les accidents et les fléaux calamiteux ainsi que les pollutions de toute nature, tels que les incendies, les inondations, les ruptures de digues, les éboulements de terre ou de rochers, les avalanches ou autres accidents naturels, les maladies épidémiques ou contagieuses, les épizooties, de pourvoir d'urgence à toutes les mesures d'assistance et de secours et, s'il y a lieu, de provoquer l'intervention de l'administration supérieure [...] » ;

2. Une obligation particulière, en cas de danger grave ou imminent, de sauvegarde (prendre les mesures imposées par les circonstances) et d'information à son autorité supérieure, c'est-à-dire le préfet : ainsi, l'article L. 2212-4 charge le maire de prescrire « [...] l'exécution des mesures de sûreté exigées par les circonstances » et d'informer « [...] d'urgence le représentant de l'État dans le département [...] » en lui faisant connaître ces mesures.

Sauf cas de force majeure* ou faute de la victime, la carence du maire dans la mise en œuvre de ses pouvoirs de police est constitutive d'une faute susceptible d'engager la responsabilité administrative de la commune. Cet engagement se

fait en principe sur la base d'une faute simple pour l'obligation générale de prévention (dysfonctionnement, mauvaise appréciation de la situation, etc.) et sur la base d'une faute lourde (d'une gravité particulière) pour l'obligation particulière de sauvegarde. »

Les pouvoirs de polices spéciales du maire

« La police des édifices menaçant ruine : Le maire dispose également d'un pouvoir de police administrative spéciale des édifices menaçant ruine sur le fondement des articles L. 511-1 à L. 511-4 du Code de la construction et de l'habitation : *« Le maire peut prescrire la réparation ou la démolition des murs, bâtiments ou édifices quelconques lorsqu'ils menacent ruine et qu'ils pourraient, par leur effondrement, compromettre la sécurité ou lorsque, d'une façon générale, ils n'offrent pas les garanties de solidité nécessaires au maintien de la sécurité publique [...] »*.

A priori, un immeuble menaçant ruine en raison de l'existence d'une cavité souterraine à son aplomb ne rentre pas dans les cas d'application de ce pouvoir de police spéciale, le danger devant provenir « à titre prépondérant de causes qui lui sont propres ». Néanmoins, dans des situations d'extrême urgence, le maire peut prescrire la mise en œuvre de mesures de sécurité nécessaires et appropriées (par exemple l'évacuation des personnes menacées), sur le fondement des pouvoirs de police générale qu'il tient des dispositions des articles L. 2212-2 et L. 2212-4 du Code général des collectivités territoriales.

Si un événement occasionné par une cavité souterraine affecte le territoire de plusieurs communes, c'est le préfet représentant de l'État qui est compétent pour mettre en œuvre son pouvoir de police générale afin de faire cesser le trouble à l'ordre public. À défaut, la responsabilité de l'État est susceptible d'être engagée ».

4.2. LA CONNAISSANCE DES ZONES SOUS-MINEES ET L'ÉVALUATION DES RISQUES

Les Inspections générales des carrières

Pour la connaissance des zones sous-minées et des risques associés, les collectivités franciliennes bénéficient de l'expertise de deux services spécialisés : les Inspections générales des carrières (IGC) de Paris et de Versailles :

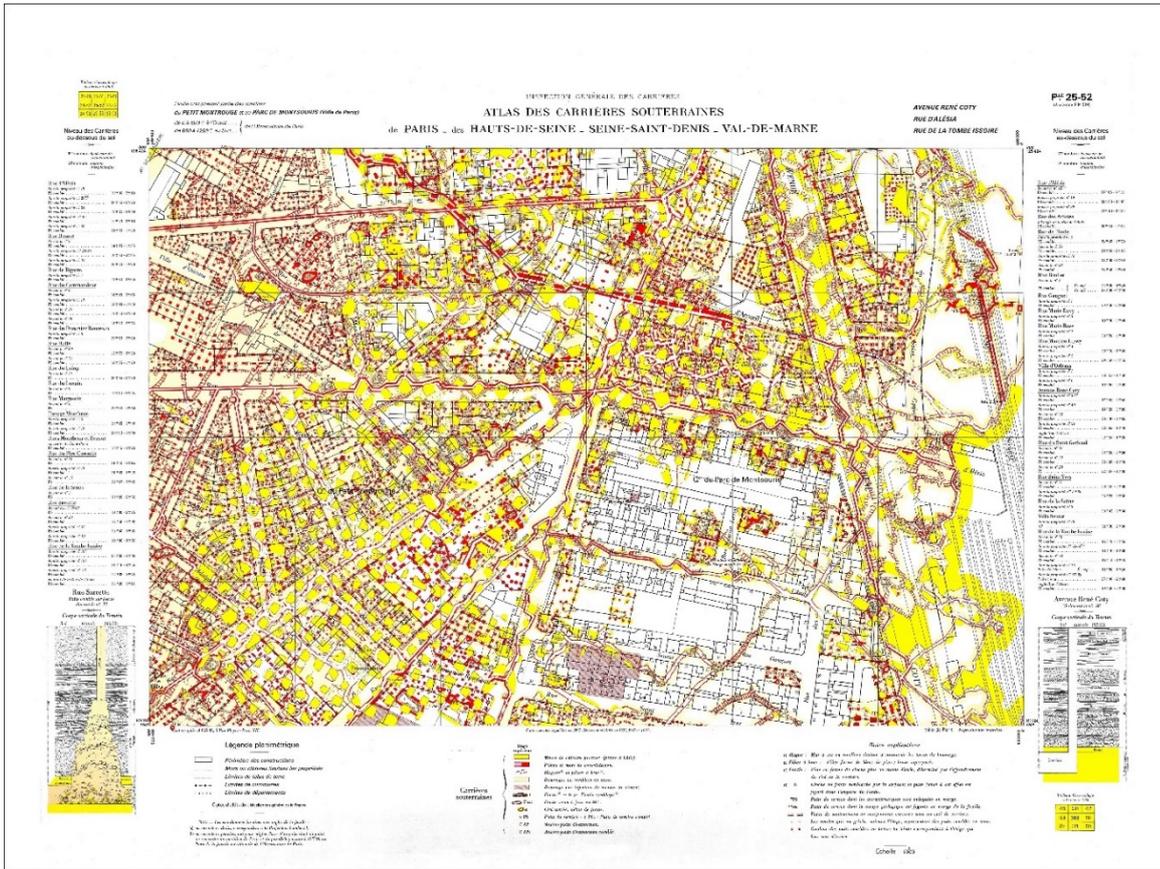
- L'IGC Paris a été créée au 18^{ème} siècle, il y a près de 250 ans, par un arrêt du Conseil d'état du roi Louis XVI le 4 avril 1777, à la suite d'un affaissement généralisé de la route d'Orléans sur plus de 300 mètres de longueur en décembre 1774. Depuis 1968, l'IGC est rattachée à la ville de Paris. Elle intervient à Paris et par convention dans les trois départements de la petite couronne : les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis (en convention avec 22 communes du département) et le Val de Marne. Environ 45 personnes y sont salariées.
- L'IGC Versailles, créée en 1967 sur le modèle de l'Inspection générale des carrières de Paris, intervient sur trois départements de la grande couronne : les Yvelines, le Val d'Oise et l'Essonne. Financée par les trois conseils départementaux, l'Inspection générale des carrières de Versailles est un service de la direction des mobilités du Conseil départemental des Yvelines qui assure également par convention des missions sur le territoire du Val d'Oise et de l'Essonne.

Ces deux services spécialisés assurent des missions similaires d'investigation, d'études, de contrôles et de conseils au service de la gestion et de la prévention des risques souterrains : le rassemblement et la conservation de la connaissance des vides souterrains (archives), la cartographie des anciennes carrières, la surveillance et le suivi des cavités situées sous le domaine public, la diffusion de l'information et le renseignement du public... Ces services ont également en charge l'instruction des permis de construire et la prescription de dispositions constructives permettant la mitigation du risque sur les nouveaux projets de construction et d'aménagement. Ils apportent également leur expertise dans l'élaboration des Plans de prévention de risques mouvements de terrain (PPRMT).

L'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques), le BRGM (Bureau de recherche géologique et minière), le CEREMA disposent également d'une expertise technique dans le domaine de la connaissance et de la prévention des risques mouvement de terrain liées aux anciennes cavités souterraines. Ils interviennent en Ile-de-France dans le prolongement des travaux des IGC.

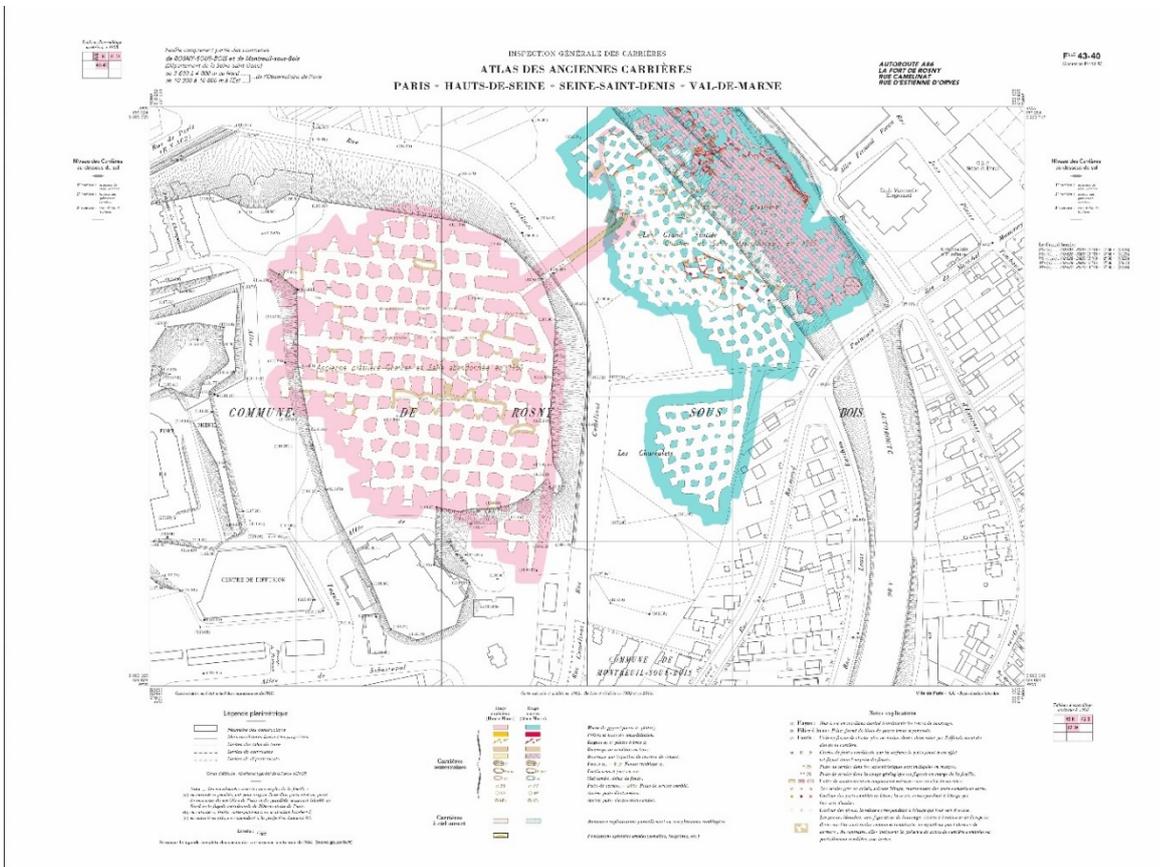
Les IGC apportent également leur expertise dans l'élaboration des Plans de prévention de risques mouvements de terrain (PPRMT) en établissant les études d'aléas sur leur secteur de compétence pour le compte de l'Etat (financement), parfois en lien avec le CEREMA. En Seine-et-Marne, c'est le CEREMA qui réalise les études d'aléas pour l'Etat. L'expertise technique de l'INERIS et du BGRM peut également être sollicitée.

Carte 5 : Extrait de l'atlas des carrières souterraines, Paris, 14^{ème} arrondissement.



Source : IGC Paris

Carte 6 : Extrait de l'atlas des carrières souterraines Rosny-sous-Bois, Seine-Saint-Denis



Source : IGC Paris

Les atlas cartographiques des zones sous-minées

Les Inspections générales des carrières ont réalisé, chacune sur leur territoire de compétence, des atlas cartographiques des zones sous-minées à des échelles très fines (1/1000^e pour l'IGC Paris et du 1/1000^{ème} au 1/2500^e pour l'IGC Versailles) (cartes 5-6).

Ces atlas présentent des cartes des exploitations souterraines et à ciel ouvert, superposées au cadastre et aux données topographiques (cotes altimétriques et talus). Elles détaillent, par niveau de carrière, les délimitations connues des exploitations, le matériau exploité, le mode d'exploitation, la géométrie précise de l'exploitation (galeries, emplacement des piliers, des ouvrages annexes (puits d'accès d'aération...)), les désordres apparus (ciel tombé, cloche de fontis et fontis venu à jour) et enfin, les travaux de consolidation recensés. Les cartes sont tenues à jour à partir des visites d'inspection lorsqu'elles sont possibles, des déclarations d'incidents, des résultats des campagnes d'investigations géotechniques et des recouvrements de travaux effectués tant sous le domaine public que sous le domaine privé.

Ces atlas constituent aujourd'hui des éléments indispensables à la connaissance des risques et au partage de l'information vers tous les opérateurs de l'aménagement et le grand public.

Une connaissance encore imparfaite

Ces atlas, aussi complets soient-ils, ne présentent pas un état exhaustif de la situation des zones sous-minées en Ile-de-France. L'absence d'un service d'inspection dans le département de la Seine-et-Marne, déjà évoquée, ne permet pas de disposer d'une connaissance à l'échelle de ce département d'un niveau équivalent à celui des autres départements franciliens, tant dans la délimitation des zones sous-minées que dans le niveau de risques qu'elles peuvent présenter au regard de leur état de dégradation.

La plupart des anciennes carrières ont arrêté leur activité entre la seconde moitié du 19^{ème} siècle et la seconde moitié du 20^{ème} siècle. La disparition de la mémoire collective, le manque de données archivées, l'absence de plans anciens ou leur caractère trop peu précis, l'inaccessibilité à des secteurs de carrières dont l'existence est prouvée... constituent autant de freins à la connaissance sur de nombreuses communes des départements de la grande couronne. Et pour les secteurs identifiés et déjà reconnus, l'évaluation des risques peut être rendue difficile par un état de dégradation trop important des cavités, ne permettant pas d'y accéder dans des conditions de sécurité suffisantes, pour vérifier l'évolution des galeries et leur état de conservation.

Enfin, l'apparition de désordres (affaissements, fontis venus à jour...) sur des secteurs où ne sont pas encore recensés et/ou cartographiés des anciennes carrières souterraines, peut laisser supposer l'existence de zones sous-minées encore non reconnues. C'est plus particulièrement le cas dans les départements de la grande couronne sur lesquels les actions et travaux de l'IGC Versailles sont plus récents et couvrent par ailleurs un territoire beaucoup plus vaste que celui de l'IGC Paris. Mais de tels événements peuvent également survenir en petite couronne comme en témoigne l'apparition d'un fontis en juin 2023 sous une portion de voirie à Chatillon, dans une zone « blanche », sans cavité recensée. Ces événements contribuent à l'actualisation en continu des atlas cartographiques des zones sous-minées.

4.3. PREVENIR LES RISQUES : SECURISATION ET PROTECTION POUR REDUIRE LES ALEAS

L'une des particularités du risque lié aux carrières souterraines est qu'une fois la cavité clairement identifiée, de nombreuses possibilités techniques permettent de sécuriser les terrains sus-jacents moyennant des travaux de consolidation. Les méthodes et les techniques mises en œuvre peuvent différer selon les caractéristiques de l'exploitation, l'accès au site, la proximité de constructions, mais aussi les objectifs et le niveau de sécurité recherché qui peut être variable selon la destination du projet d'aménagement : passage d'une infrastructure, construction, espace vert ou de loisirs... et bien sûr, de coûts de travaux.

Les méthodes de mise en sécurité se rangent en deux catégories :

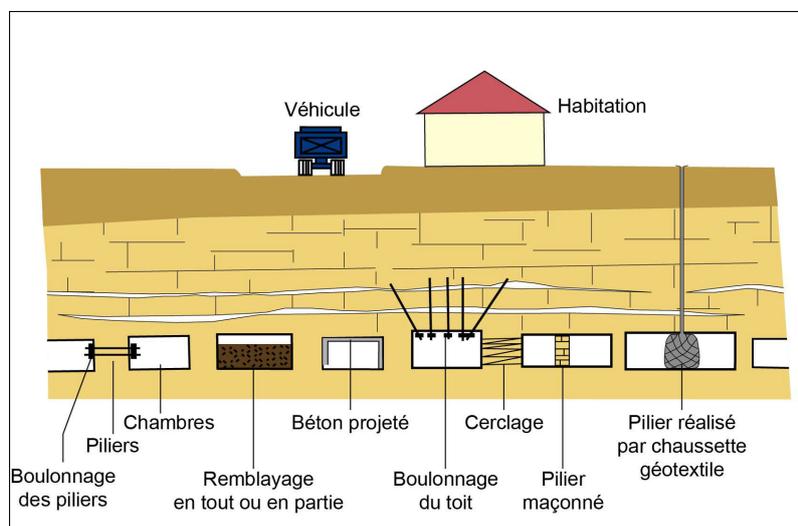
- Les techniques de prévention actives qui consistent à intervenir sur la cavité elle-même, par comblement ou par consolidation, sont les plus onéreuses.
- Les mesures de prévention passive permettent d'intervenir en surface sur la construction à consolider afin de la rendre invulnérable aux dégradations de la cavité, à l'aide de fondations superficielles ou profondes. Ces techniques sont utilisées dans le cas des carrières inaccessibles ou considérées comme telles pour des raisons de sécurité.

4.3.1. Les mesures de prévention actives de mise en sécurité

Le renforcement de la cavité constitue une première option. Dans le souhait de conserver une cavité souterraine avec un objectif de valorisation patrimoniale, culturelle ou économique, des actions de consolidation peuvent être entreprises sur différentes parties de la cavité en fonction des dégradations observées et/ou des évolutions redoutées :

- Sur les piliers, des renforcements peuvent être réalisés par ceinturage (câbles métalliques, coque béton, béton projeté). Dans le cas de trop grande dégradation des piliers, de nouveaux piliers peuvent être réalisés, se substituant aux appuis en place.
- Sur les ciels de galeries, dans le cas d'altération (fissuration), le boulonnage du toit peut être entrepris.

Figure 20 : mesures de prévention active



Source : Ineris

D'autres techniques visent à réduire ou supprimer le vide souterrain, par remblaiement. Le remblaiement partiel correspond au remplissage progressif de la cavité avec des matériaux tout-venant jusqu'à une hauteur prédéterminée, un vide résiduel est laissé en partie supérieure ; l'objectif est d'améliorer la stabilité et de diminuer notablement les conséquences en cas de déstabilisation de la cavité. Il peut être réalisé selon deux méthodes :

- Le remblayage direct à partir des souterrains et des galeries consiste au déversement à sec de remblai tout-venant acheminé par des engins mécanisés, l'objectif étant de réduire le plus possible le volume de vide. Des conditions particulières sont cependant requises pour la mise en œuvre : l'existence de galeries d'accès suffisamment grandes

pour permettre l'accès des engins de travaux publics, un faible état de dégradation des cavités et une ventilation suffisante pour assurer la sécurité du personnel.

- Le remblaiement peut également s'opérer par déversement gravitaire ou sous faible pression depuis la surface de matériaux granulaires criblés (déblais, déchets inertes ou terres de fouille en excluant les matériaux argileux, les débris végétaux et les matières organiques) à partir de puits ou de forages. L'objectif est de réduire au maximum le volume des vides souterrains afin de garantir des conditions de stabilité pérennes.

Il peut également être réalisé par injection sous pression, à partir de forages, de mortier ou de coulis fluides qui vont progressivement durcir ; l'objectif est de consolider définitivement le sous-sol en lui restituant des propriétés de résistance suffisantes.

Figure 21 : Remblaiement par engins mécaniques

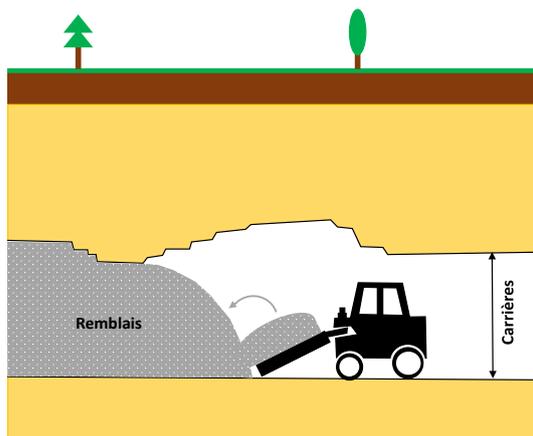
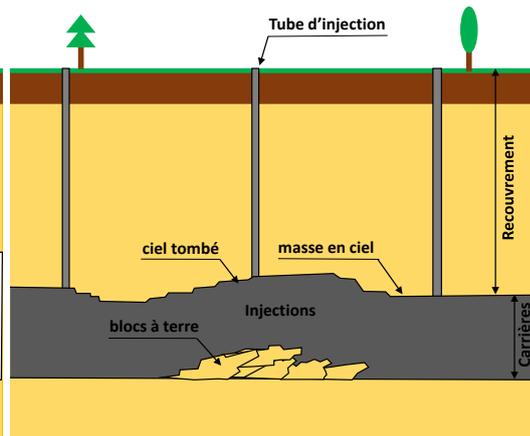


Figure 22 : Remblaiement par déversement gravitaire

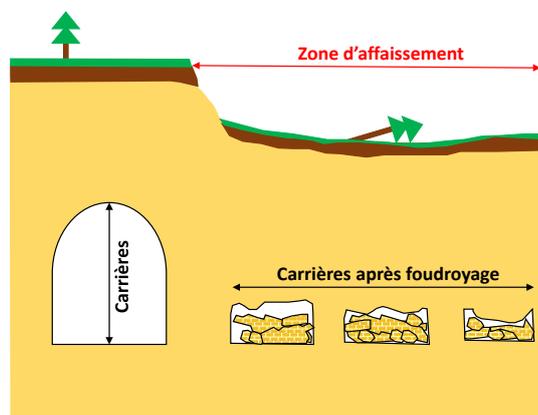


Source : IGC Versailles

Enfin, d'autres techniques visent à supprimer les vides par destruction de la cavité :

- En intervenant depuis la surface, le terrassement-comblement permet soit de réaliser un comblement direct des cavités sous-jacentes à partir des matériaux de recouvrement abattus mécaniquement, soit un remblaiement, puis un compactage effectué après le décaissement de ceux-ci. Cette technique destructive suppose que les terrains en surface ne soient pas aménagés.
- Le foudroyage est une méthode se caractérisant par un abattage systématique des piliers à l'explosif afin de provoquer l'effondrement des terrains de recouvrement. En pratique, ce procédé laisse subsister des vides entre les blocs de roches fracturées et ne conduit pas à une stabilité absolue de la surface du sol. Les anciennes exploitations de gypse foudroyées, comme sur certains secteurs du massif de l'Hautail, constituent toujours une grave menace pour la stabilité du sol d'autant que les vides sont inaccessibles et ne peuvent être surveillés.

Figure 23 : Foudroyage



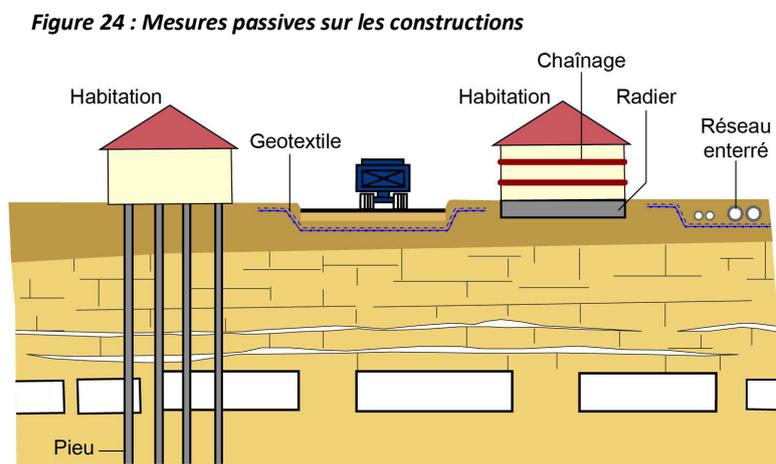
Source : IGC Versailles

4.3.2. Les mesures passives sur les constructions

Les mesures passives se traduisent par des actions au niveau du bâtiment (existant ou futur) selon différentes méthodes :

- Le renforcement de la structure de la construction : le principe est de rendre la construction quasi monolithique par des chaînages ou des fondations superficielles renforcées. Cette solution peut être retenue lorsque que la répartition des vides est mal connue (marnières, sites imparfaitement remblayés...).
- La réalisation de fondations profondes. Le principe consiste à reporter la surcharge au-dessous du niveau des excavations au moyen de pieux. La réalisation de fondations profondes n'empêche cependant pas la remontée de fontis avec des risques aux abords de la construction (jardin, espaces non bâtis), de désordres dans les caves et sous-sols. Pour une efficacité maximale, cette solution doit être jumelée avec un comblement des cavités.

Pour les réseaux (infrastructures routières et ferroviaires, canalisations enterrées...) et les zones non bâties, l'utilisation de méthodes dites parachutes (mise en place de géotextiles synthétiques) permet de réduire la vulnérabilité de surface. Ces méthodes sont notamment utilisables dans les zones où un tassement de la surface reste acceptable (aménagement en espaces verts par exemple). Ces méthodes « parachutes » nécessitent un décapage préalable (et un éventuel défrichage en cas de reconquête arbustive) de la surface avant la pose du géotextile. Le géotextile est contraint par ses dimensions qui le réservent à des zones de fontis identifiés.



Source : Ineris

4.4. LA PRISE EN COMPTE DES RISQUES DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME

La prise en compte des risques naturels dans l'aménagement constitue l'un des principaux axes de la politique française de prévention. Afin de réduire les dommages lors des catastrophes naturelles, il est en effet nécessaire de maîtriser l'aménagement du territoire en évitant d'augmenter les enjeux dans les zones à risques et la vulnérabilité des zones déjà urbanisées. Les Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), institués par la loi « Barnier » du 2 février 1995, ont cette vocation. Ils constituent l'un des instruments essentiels de l'État en matière de prévention des risques naturels.

Servitude d'utilité publique, le PPR est opposable aux autorisations d'urbanisme même sans mise en conformité préalable du Plan local d'urbanisme (PLU) auquel il est annexé.

4.4.1. Les Plans de prévention des risques mouvements de terrain

Concrètement, le Plan de prévention des risques rassemble la connaissance des risques sur un territoire donné, fournit une délimitation des zones exposées et définit des prescriptions en matière d'urbanisme, de construction et de gestion dans les zones à risques. Il décrit aussi les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde des constructions existantes dans cette zone.

Le Plan de prévention des risques mouvements de terrain (PPRMT) se compose :

- d'un rapport de présentation qui détaille le risque rencontré et présente les caractéristiques de l'aléa (origine, quantification) et l'analyse des enjeux (historique et forme de l'urbanisation, recensement des projets futurs) sur le territoire concerné ;
- d'une cartographie d'aléas ;
- d'un règlement qui précise d'une part les interdictions et prescriptions pour les projets de constructions, les aménagements et autres changements d'occupation du sol et d'autre part, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à mettre en œuvre pour diminuer, voire annuler, les préjudices humains et les dommages susceptibles d'être générés par les mouvements de terrain pris en compte ;
- d'une carte de zonage réglementaire à une échelle variable, qui délimite de façon graphique les zones réglementées par le PPR.

L'évaluation de l'aléa dans les PPRMT

L'élaboration débute par l'analyse historique des principaux phénomènes naturels ayant touché le territoire étudié. Cette analyse est cartographiée en carte d'aléas, qui permet d'évaluer l'importance (probabilité d'apparition et intensité) des phénomènes prévisibles. Cette carte est la base de la réflexion qui permet d'élaborer le PPRMT dans son intégralité.

Dans l'analyse des risques, l'aléa se définit comme une combinaison de l'intensité du phénomène et de sa probabilité d'occurrence. Pour les carrières souterraines, il est impossible de raisonner en probabilité d'occurrence ; en effet, la dégradation des carrières est inéluctable jusqu'à leur ruine, à un terme indéfinissable. Le raisonnement s'appuie donc sur la susceptibilité et l'intensité des phénomènes.

L'objectif est de définir des zones homogènes en termes d'aléa. Cependant, le risque « cavité » présente deux spécificités : il s'agit de phénomènes localisés et l'intensité de l'aléa dépend de facteurs qui ne sont pas figés dans le temps et peuvent évoluer par intervention humaine (état du remblaiement, présence de consolidation). Le principe de zonage de l'intensité des aléas est ainsi basé sur :

- les caractéristiques des cavités (nature des matériaux exploités, mode d'exploitation, géométrie et section des galeries, taux de défrètement, recouvrement, hauteur exploitée, remblaiement initial, état des ciels de carrière) ;
- le contexte géologique (qualité mécanique et perméabilité des terrains de recouvrement et des remblais) et hydrogéologique (niveau des nappes, circulations d'eaux souterraines) ;
- les facteurs aggravants.

Au-delà du périmètre défini par la verticale des limites des exploitations (front de taille), une zone de protection est définie correspondant à la bande de terrain susceptible de s'effondrer avec la venue à jour d'un fontis et une marge de reculement représentant la bande de terrain susceptible d'être influencée (glissement, décompression) par la venue à jour d'un fontis.

Pour une cavité souterraine, le niveau de sécurisation est qualifié de :

- Remblayé pour une carrière ayant fait l'objet de travaux de remblaiement qui ont pu laisser subsister des vides résiduels décimétriques.
- Consolidé pour une carrière remblayée dont les vides résiduels ont été comblés et clavés et dont les remblais et terrains de recouvrement ont été traités par injection sous pression de coulis de ciment, ou une carrière qui a fait l'objet de travaux de consolidations souterraines par piliers maçonnés transmettant la charge des terrains entre son toit et le pied de la carrière.

Pour une carrière consolidée et même s'il est très significativement réduit, l'aléa n'est pas considéré comme nul. Cela est cohérent avec un principe général de la prévention du risque qui suppose que l'on garde trace de toute origine possible d'aléa.

En ce qui concerne les zones de présence présumée de carrières (à proximité d'exploitations avérées ou en fonction d'incidents relevés), une démarche de précaution est adoptée.

La transcription réglementaire

Le risque est défini par la combinaison de l'aléa et de l'enjeu. Pour un même niveau d'aléa, le risque est différent selon une situation dans une zone naturelle non urbanisée ou dans une zone plus ou moins urbanisée avec des secteurs bâtis (constructions résidentielles, activités, équipements recevant du public), et d'autres non bâtis (voiries, infrastructures, espaces verts...).

Selon le niveau de risque, des articles réglementaires stipulent les dispositions techniques permettant la mitigation du risque : réalisation d'études, surveillance des ouvrages, travaux de consolidation... jusqu'à des mesures d'interdiction de construire quand le danger est jugé trop important. Ces dispositions pourront s'appliquer à l'existant ou seulement aux nouveaux projets soumis à autorisation de construire et prendre la forme de prescriptions obligatoires ou de simples recommandations.

4.4.2. Les PPR cavités et mouvements de terrain en Ile-de-France

Le début des années 2000 correspond à la période de mise en œuvre des Plans de prévention des risques naturels mouvement de terrain (PPRMT) en Ile-de-France avec de premiers documents approuvés à Annet-sur-Marne (77) en 2000, Romainville (93) ou Pontoise (95) en 2001. Les derniers documents approuvés l'ont été sur les communes de Pantin/Les Lilas/Le Pré Saint-Gervais en Seine-Saint-Denis en juillet 2023 et à Chavenay/Feucherolles dans les Yvelines en octobre 2023.

Au 1^{er} janvier 2024, 33 Plans de prévention des risques relatifs aux risques liés aux cavités souterraines et aux mouvements de terrain ont été arrêtés en Ile-de-France³ pour 37 communes auxquels peut être ajouté le Plan d'exposition aux risques (PER) du Massif de l'Hautail (Yvelines, Val d'Oise), approuvé en 1995, sur une dizaine de communes et qui vaut également PPR (article L. 562-6 du code de l'environnement) (Tab. 1, carte 7). Ce PER arrêté préalablement à la législation des PPR en reprend les grands principes avec la définition d'une cartographie d'aléas à grande échelle et d'un zonage réglementaire définissant des zones d'interdiction (zones rouges) et des zones de prescription (zones bleues).

Pour mémoire, les périmètres de risques liées à la présence de cavités (anciennes carrières souterraines abandonnées, marnières, pris en application de l'article R111-3 du Code de l'urbanisme, valent aussi PPR (cf. 4.4.3 - Les périmètres de risques « R111-3 »).

La plupart de ces PPRMT sont arrêtés à l'échelle communale, à l'exception de ceux de Medan et de Villennes-sur-Seine (78), de Pantin/Les Lilas/Le Pré-Saint-Gervais (93) et du PER du Massif de l'Hautail qui s'inscrit dans une démarche de bassin de risques à l'échelle de l'ensemble du massif forestier, largement sous-miné.

Près des trois-quarts de ces documents s'inscrivent dans une approche multirisques traitant les risques liés aux cavités souterraines, mais aussi d'autres sources de risques de mouvements de terrain : dissolution naturelle du gypse, glissements de terrain de certaines formations géologiques (argiles vertes), tassements de remblais sur d'anciennes exploitations à ciel ouvert développées dans le prolongement des zones sous-minées, instabilités de fronts rocheux pour des affleurements de calcaires ou de craie, voire des phénomènes de retrait-gonflement des argiles (RGA) liés aux épisodes climatiques de sécheresse et de canicule.

Près de 85 % de ces PPR s'inscrivent dans des communes de la grande couronne, dans les Yvelines (13 communes), le Val d'Oise (15) et la Seine-et-Marne (9). Seules huit communes de la petite couronne sont couvertes par des PPRMT fin 2023 : Chaville et Saint-Cloud dans les Hauts-de-Seine, Romainville, Gagny, Montreuil, Pantin, Les Lilas et le Pré Saint-Gervais en Seine-Saint-Denis.

80 % de ces PPRMT concernent des risques liés aux anciennes exploitations de gypse, qui présentent les risques les plus importants. Un seul document traite des risques associés à l'existence de marnières (Gonesse, 95).

A l'échelle régionale, les zonages réglementaires (tous phénomènes mouvements de terrain confondus) des PPRMT totalisent plus de 11 100 hectares, pour des superficies très variables selon les documents :

- de quelques hectares à quelques dizaines d'hectares pour les plans traitant uniquement des risques liés aux anciennes exploitations souterraines, généralement de calcaires grossiers comme à Marly-le-Roi (2,5 ha), La Celle-Saint-Cloud (8,7 ha), Port-Marly (12,6 ha) ou Louveciennes (32,3 ha) dans les Yvelines ;
- jusqu'à plusieurs centaines d'hectares pour les PPRMT multirisques mouvements de terrain comme à Montreuil-sous-Bois (891 ha), Epiais-Rhus (933 ha), Annet-sur-Marne (954 ha) ou Argenteuil (1 035 ha), ou encore comme le PER Interdépartemental du massif de l'Hautail (anciennes exploitations de gypse) qui couvre 916 hectares.

Compte tenu de l'approche multirisques de la majorité des PPRMT, les zonages réglementaires pouvant être plus spécifiquement rattachés à la prévention des risques liés aux cavités souterraines sont sensiblement moins importants. Ils couvrent au total 3 783 ha, soit environ 37 % de l'ensemble des zonages, avec de fortes variations selon les documents (Fig. 25).

³ Deux autres PPR relatifs à des phénomènes de mouvements de terrain (hors cavités souterraines) ont été arrêtés en Ile-de-France : Beaumont-sur-Oise (95) pour des ouvrages souterrains et Margency (95) pour la dissolution du gypse (Plan d'exposition aux risques).

Carte 7 : Les plans de prévention des risques mouvements de terrain en Ile-de-France - Situation au 1^{er} janvier 2024

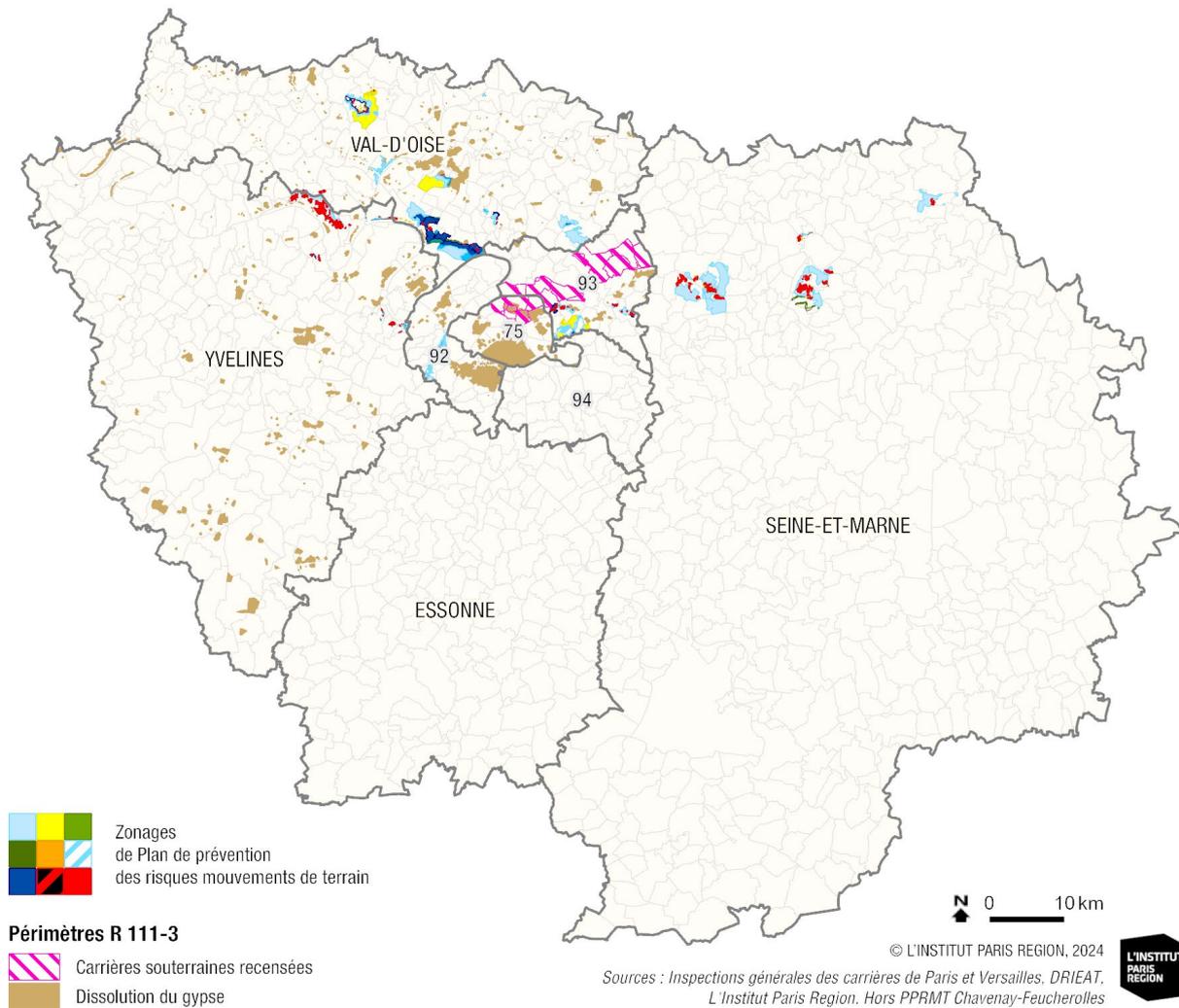
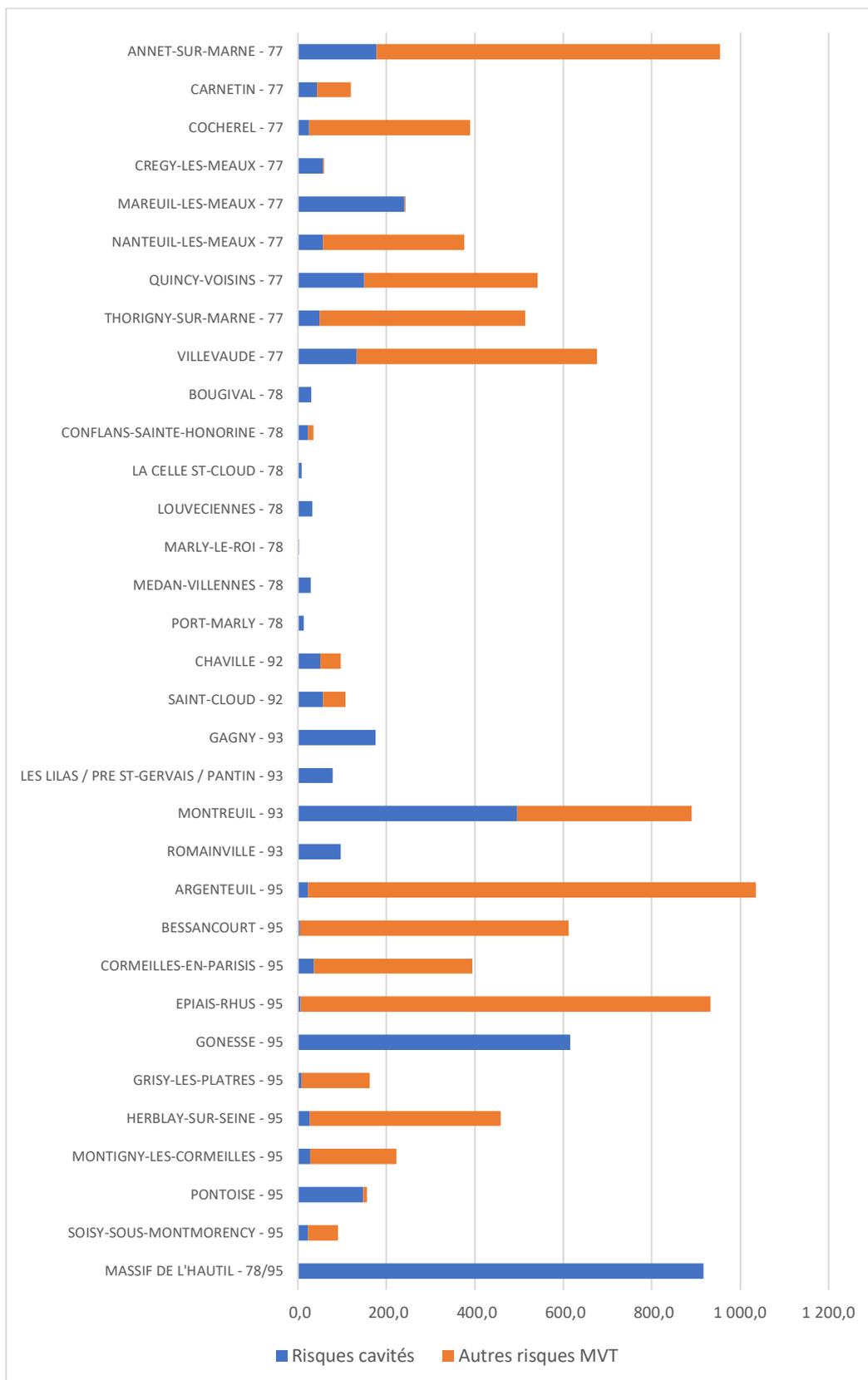


Tableau 1 : PPR cavités souterraines et mouvements de terrain approuvés. Situation au 1^{er} juillet 2023

Dpt	Communes	Doc	NB Com	Matériaux	Sources de risques	Surface totale (ha)	Surface cavités	Arrêté
77	ANNET-SUR-MARNE	PPR	1	Gypse	Cavités – Dissolution du gypse	953,8	177,7	6 juin 2000
77	CARNETIN	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	119,2	42,9	9 janv. 2004
77	COCHEREL	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	388,8	25,9	16 aout 2007
77	CREGY-LES-MEAUX	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - Glissement de terrain	58,8	57,2	24 déc. 2009
77	MAREUIL-LES-MEAUX	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - Glissement de terrain	242,8	240,3	19 déc. 2008
77	NANTEUIL-LES-MEAUX	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - Glissement argiles vertes	376,2	56,6	22 aout 2007
77	QUINCY-VOISINS	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - Glissement de terrain	541,5	149,3	8 avril 2004
77	THORIGNY-SUR-MARNE	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	513,6	49,4	13 aout 2013*
77	VILLEVAUDE	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	676,6	133,4	26 avril 2006
78	CONFLANS-SAINTE-HONORINE	PPR	1	Calcaire grossier	Cavités - Eboulement fronts rocheux	34,4	23,0	31 déc. 2011
78	BOUGIVAL	PPR	1	Calcaire grossier - Craie	Cavités	30,4	30,4	6 fév. 2017*
78	LA CELLE ST-CLOUD	PPR	1	Calcaire grossier - Craie	Cavités	8,7	8,7	29 oct. 2015
78	LOUVECIENNES	PPR	1	Calcaire grossier - Craie	Cavités	32,3	32,3	6 sept. 2012
78	MARLY LE ROI	PPR	1	Calcaire grossier - Craie	Cavités	2,5	2,5	15 avril 2019
78	PORT-MARLY	PPR	1	Calcaire grossier - Craie	Cavités	12,6	12,6	15 avril 2019
78	MEDAN-VILLENES	PPR	2	Gypse	Cavités	28,6	28,6	20 mars 2007
78	CHAVENAY/FEUCHEROLLES	PPR	2	Calcaire grossier	Cavités	nd	nd	27 oct. 2023
92	CHAVILLE	PPR	1	Gypse Calcaire	Cavités - Glissements de terrain	97,0	50,9	26 avril 2021*
92	SAINT-CLOUD	PPR	1	Gypse Calcaire	Cavités - Glissements de terrain	107,8	56,7	2 juin 2006
93	GAGNY	PPR	1	Gypse	Cavités	175,7	175,7	21 mai 2013*
93	MONTREUIL	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - RGA	890,6	496,4	22 avril 2011
93	ROMAINVILLE	PPR	1	Gypse	Cavités	97,0	97,0	23 oct. 2001
93	PANTIN/LES LILAS/LE PRE ST-GERVAIS	PPR	3	Gypse	Cavités	78,7	78,7	10 juil. 2023
95	PONTOISE	PPR	1	Calcaire grossier	Cavités - Caves - Fronts rocheux	156,1	147,2	9 nov. 2001
95	ARGENTEUIL	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - Tassement de terrain	1 034,9	22,5	24 fév. 2014*
95	BESSANCOURT	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - RGA	612,2	4,5	5 sept. 2007
95	CORMEILLES-EN-PARISIS	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	394,4	36,0	30 janv. 2015
95	GRISY LES PLATRES	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	161,7	9,0	27 juil. 2007
95	HERBLAY-SUR-SEINE	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	458,7	26,7	24 mai 2019
95	MONTIGNY-LES-CORMEILLES	PPR	1	Gypse	Cavités - Dissolution du gypse	222,8	28,3	10 juil. 2015
95	SOISY-SOUS-MONTMORENCY	PPR	1	Gypse	Cavités - Glissements de terrain - Fronts rocheux	90,9	22,5	8 juil. 2002
95	EPIAIS RHUS	PPR	1	Calcaire grossier - Gypse	Cavités - Dissolution du gypse - RGA	932,5	5,8	9 janv. 2017
95	GONESSE	PPR	1	Marnière	Marnières	616,0	616,0	13 mai 2004
78/95	MASSIF DE L'HAUTIL	PER	10	Gypse	Cavités	916,4	916,4	28 déc. 1995
95	BEAUMONT-SUR-OISE	PPR	1	Craie	Ouvrages souterrains	8,7	8,7	27 juil. 2007
95	MARGENCY	PER	1	Gypse	Dissolution du gypse	26,1	0,0	11 avril 1991

*PPRMT modifié ou révisé.

Figure 25 : Répartition des zonages (en ha) liés aux cavités souterraines et aux autres sources de risques dans les PPR Mouvements de terrain. Situation au 1^{er} janvier 2024

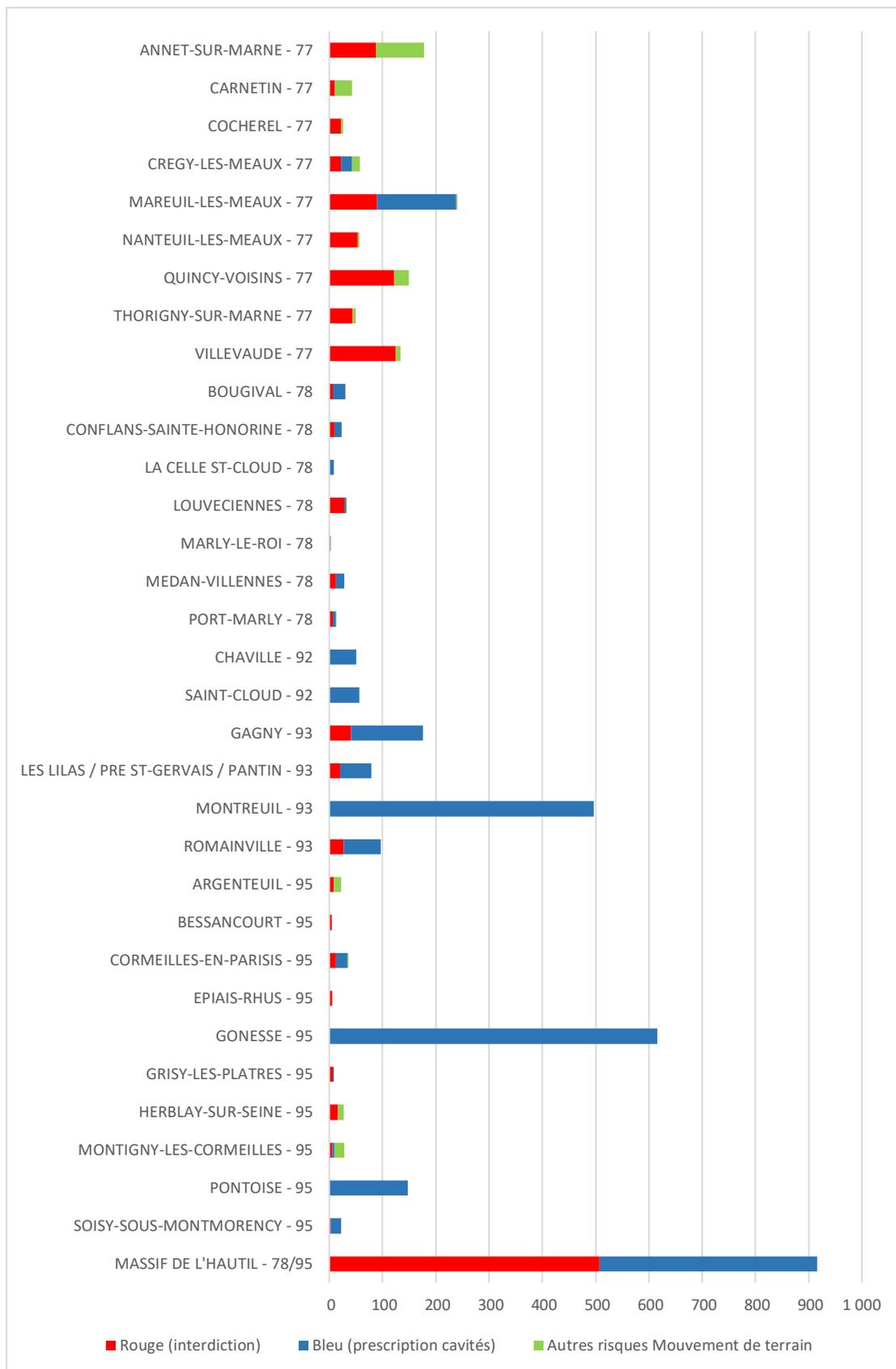


Source : Driat, Traitement L'Institut Paris Region. Hors PPRMT Chavenay-Feucherolles (approuvé en octobre 2023)



Entrée en cavage de la première masse de la carrière Saint-Pierre Gagny (93)

Figure 26 : Répartition (ha) des zonages réglementaires (risques cavités) dans les PPRMT



Source : Driat, Traitement Institut Paris Region. Hors PPRMT Chavenay-Feucherolles

Zones d'interdiction et zones de prescription

Schématiquement, pour les zonages qui règlementent le risque « cavités », deux types de zones sont définis :

- Les zones rouges correspondent aux secteurs non urbanisés ou faiblement urbanisés soumis aux aléas les plus forts où les risques encourus par les biens et les personnes, mais aussi la difficulté technique et économique de se prémunir contre les risques à l'échelle d'une parcelle, justifient un principe d'interdiction de construire (construction nouvelle ou extension). Ainsi, aucun permis de construire ne peut être instruit dans ces zones et seuls sont autorisés les travaux d'entretien courant des propriétés, les travaux d'infrastructures indispensables au fonctionnement d'un service public ou les travaux visant à la réduction du niveau de risque.
En zone rouge, les prescriptions sur les biens et activités existantes visent en particulier les questions de raccordement des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées aux réseaux collectifs pour limiter les fuites et les circulations d'eaux souterraines.
- Les zones bleues de prescription (parfois scindées en deux niveaux clair et foncé selon l'intensité de l'aléa) correspondent à des zones d'aléas moindres où des prescriptions sont imposées pour prévenir les conséquences des phénomènes redoutés. Lors de l'instruction d'un permis de construire en zone bleue, le pétitionnaire peut se voir imposer ou recommander des travaux nécessaires à la mise en sécurité de la parcelle, ou des travaux de reconnaissance des sols permettant de mieux apprécier la nature et l'ampleur du risque et ainsi définir les dispositions à mettre en œuvre pour s'en prémunir.
Des travaux peuvent également être imposés aux bâtiments existants dans la limite de 10 % de leur valeur vénale. Cette limite empêche généralement l'imposition de mesures de mise en sécurité des carrières, mais peut permettre d'imposer la vérification de l'étanchéité du raccordement des propriétés privées au réseau d'assainissement pour diminuer le facteur aggravant de circulation d'eau, par exemple.

A l'échelle régionale, les zones d'interdiction (zones rouges) couvrent, avec 1 280 hectares, 33,9 % des zonages « cavités » (11,7 % des PPRMT toutes sources de risques confondues), dans des proportions très variables selon les documents (Fig. 26, ci-contre) :

- Parfois très faibles (< 5 %) sur des secteurs déjà largement urbanisés ayant fait l'objet de travaux de consolidation et de sécurisation des zones sous-minées. C'est le cas en particulier pour les communes dans le cœur de l'agglomération parisienne concernées par d'anciennes exploitations de calcaires grossiers : Chaville, Saint-Cloud ou encore Montreuil-sous-Bois (anciennes carrières de gypse).
Ce taux est même nul pour des risques et des niveaux d'aléas jugés moindres comme les zones de marnières à Gonesse (95).
- Les zones rouges inconstructibles sont proportionnellement plus importantes sur les communes péri-urbaines ou celles de la couronne rurale. Les zones d'anciennes carrières, très majoritairement de gypse, y sont généralement beaucoup moins urbanisées, occupées par des espaces naturels ou des espaces ouverts urbains (espaces verts, terrains de sports et de loisirs...).

Les zonages réglementaires relatifs aux autres sources de risques mouvements de terrain (dissolution du gypse, instabilité de front rocheux, glissements de terrain, ...) portent très peu de mesures d'interdiction de construire (à l'exception de quelques secteurs à risques d'effondrements de fronts rocheux pour environ 2 hectares dans le PPRMT de Conflans-Sainte-Honorine). Ces autres sources de risques font seulement l'objet de prescriptions.

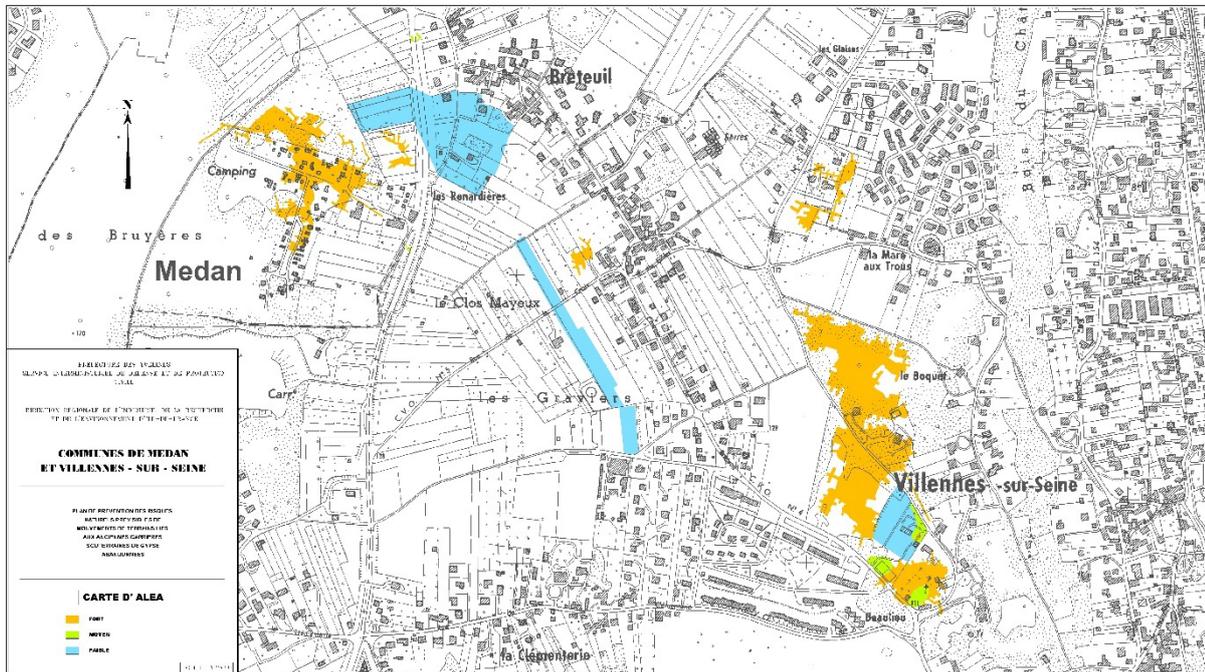
Des documents évolutifs

Plusieurs PPRMT ont fait l'objet de modification ou de révision depuis leur arrêt à la suite :

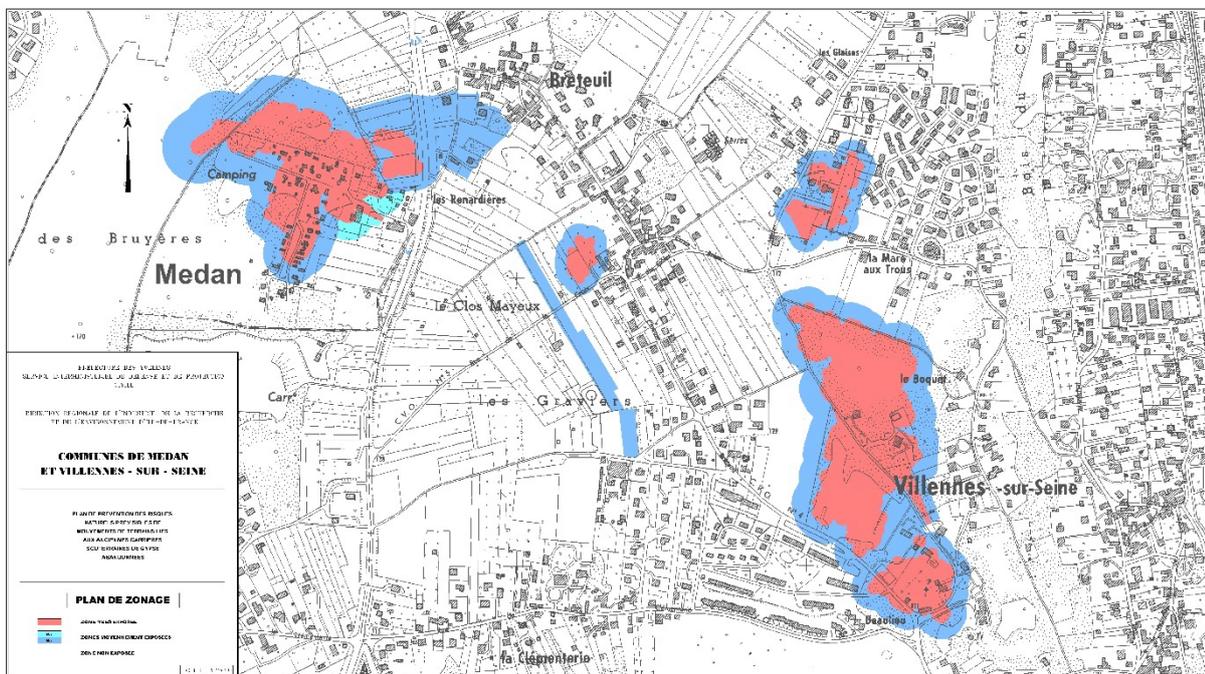
- de travaux de mise en sécurité et de consolidation modifiant de façon significative les aléas cartographiés comme à Gagny (93) ou à Bougival (78) et pouvant conduire à l'évolution du zonage réglementaire d'une zone inconstructible vers une zone autorisant potentiellement la construction ;
- de découverte de nouvelles zones sous-minées (Chaville - 78) ;
- de mise en cohérence de la réglementation à l'échelle de communes limitrophes dans un même bassin de risques (Thorigny-sur-Marne, Carnetin, Annet-sur-Marne - 77) ;
- d'une volonté de meilleure application du document conduisant à sa refonte pour une meilleure distinction des risques entre risques dits « superficiels » (retrait-gonflement des sols argileux et glissement de terrain) et risques dits « profonds » (effondrement de carrières, dissolution du gypse et tassements différentiels de remblais) et des dispositions réglementaires associées (Argenteuil - 95).

Cartes 8 à 11 : Exemples de cartographies aléas et zonages règlementaires de PPRMT « Cavités » en Ile-de-France

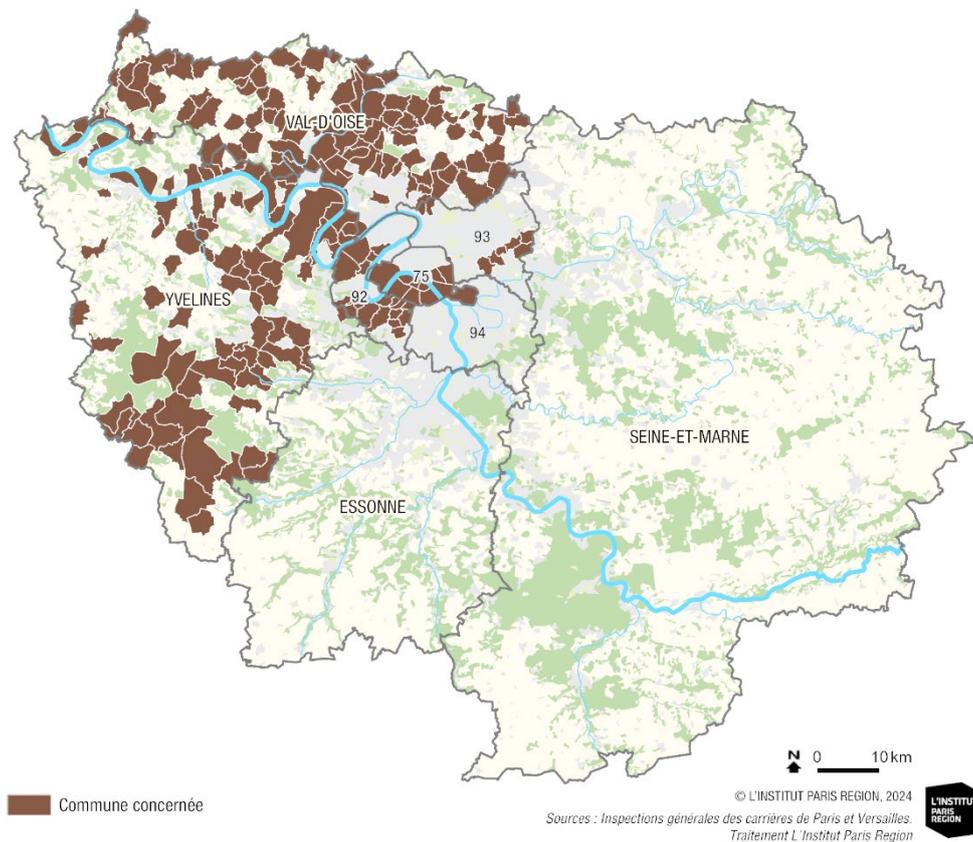
Carte 8 : Zonage d'aléas - PPRMT Médan / Villennes-sur-Seine (78)



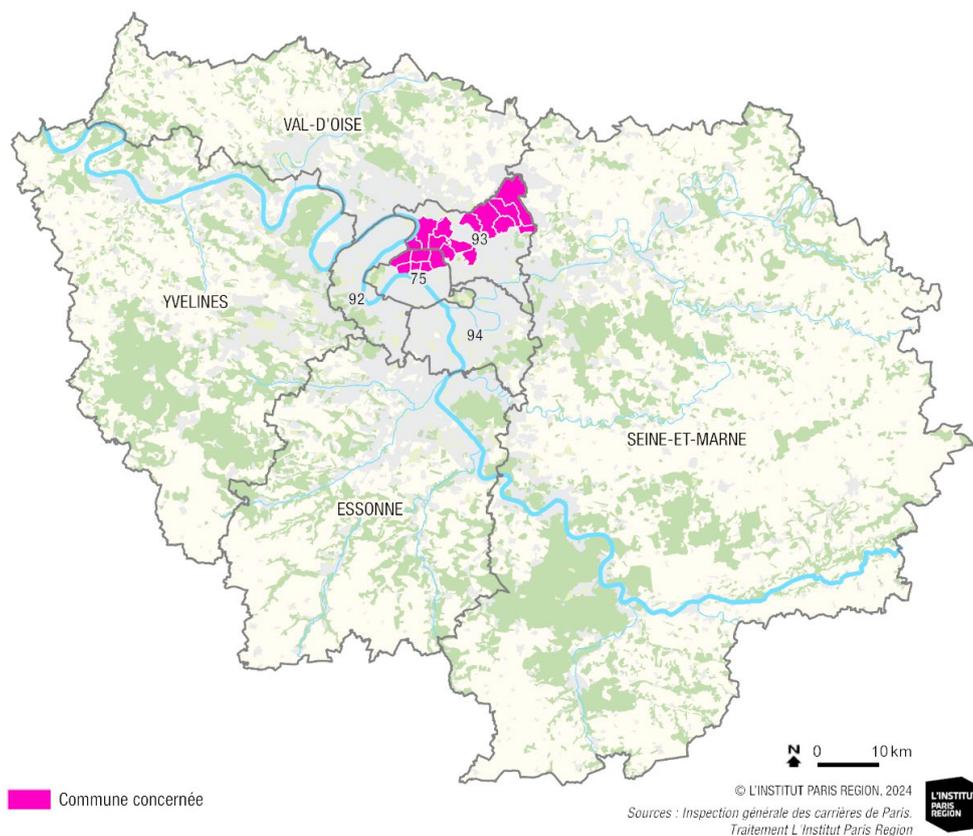
Carte 9 : Zonage règlementaire - PPRMT Médan / Villennes-sur-Seine (78)



Carte 12 : Communes couvertes par des périmètres R111-3 « cavités souterraines et marnières »



Carte 13 : Communes couvertes par des périmètres R111-3 « zones de dissolution du gypse »



4.4.3. Les périmètres de risques « R111-3 »

En Ile-de-France, le porter à connaissance des zones de risques mouvements de terrain dans le document d'urbanisme se fait principalement par l'intermédiaire des périmètres de risques R111-3. En effet, les zones de risques liées à la présence de cavités (anciennes carrières souterraines abandonnées, marnières) ont été initialement délimitées par des arrêtés préfectoraux, en application de l'ancien article R111-3 du Code de l'urbanisme, pris selon les départements (à l'exception de Paris) entre 1986 et 1989. Conformément à l'article L. 562-6 du Code de l'environnement, ces périmètres valent aujourd'hui Plan de prévention des risques naturels (PPR).

Tableau 2 : Zonages de risques pris au titre de l'article R111-3 du code de l'urbanisme en Ile-de-France

Paris	16 communes - Cavités souterraines 6 communes - Dissolution du gypse	19 mars 1991 25 février 1977
Hauts-de-Seine	13 communes - Cavités souterraines	7 août 1985
Seine-Saint-Denis	13 communes - Cavités souterraines 13 communes - Dissolution du gypse	21 mars 1986 modifié le 18 avril 1995 16 décembre 1986
Yvelines	96 communes - Cavités souterraines et marnières	5 août 1986
Val d'Oise	91 communes - Cavités souterraines 9 communes - Cavités souterraines	8 avril 1987 9 octobre 1989

Source : Drieat

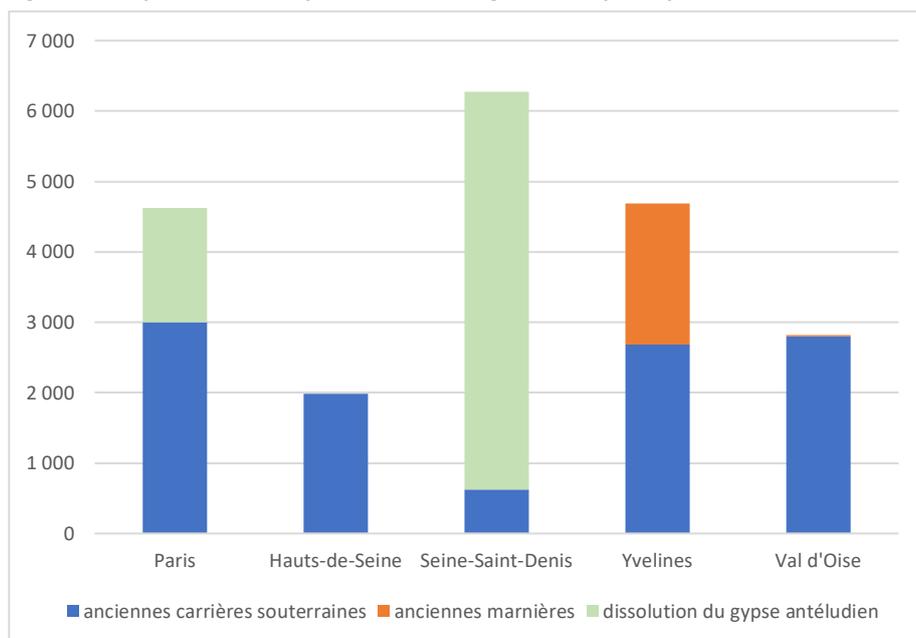
A l'échelle régionale, les zonages de risques pris au titre de l'article R111-3 couvrent près de 20 400 hectares, soit presque le double en surface des zonages PPRMT, dans 240 communes et cinq départements (Paris, Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis, Yvelines, Val d'Oise). Aucune commune des départements de l'Essonne, de la Seine-et-Marne et du Val de Marne n'est concernée par ces périmètres de risques, malgré l'existence de nombreuses zones sous-minées sur ces deux derniers départements (carte 12).

Ces périmètres sont institués pour différentes sources de risques (Fig. 27) :

- Les périmètres relatifs aux cavités souterraines - mais aussi parfois à des zones de carrières à ciel ouvert remblayées - couvrent plus de 11 080 hectares (54,4 % des zonages) dans plus de 200 communes de la petite et de la grande couronne. Proportionnellement à sa superficie, Paris est particulièrement concerné avec les arrondissements du sud parisien (5^{ème}, 6^{ème}, 13^{ème}, 14^{ème}, 15^{ème} arrondissements - anciennes exploitations de matériaux calcaires) et du nord-est de parisien (10^{ème}, 18^{ème}, 19^{ème} et 20^{ème} arrondissements - anciennes exploitation de gypse), avec au total près de 3 000 hectares. Dix-huit communes des Hauts-de-Seine sont également couvertes pour plus de 1 800 hectares pour d'anciennes carrières de calcaires grossiers et de gypse, et des secteurs de carrières à ciel ouvert remblayées. Ces périmètres couvrent près de 570 hectares en Seine-Saint-Denis pour d'anciennes exploitations de gypse.
En grande couronne, plus de 150 communes sont concernées par des périmètres de risques liés aux carrières : 58 dans les Yvelines (2 680 ha) et 96 dans la Val d'Oise (2 800 ha).
- Les périmètres relatifs aux anciennes marnières couvrent plus de 2 030 hectares (10,0 %) sur 37 communes, très majoritairement localisés dans le sud Yvelines (29 communes, 2 011 ha) et le Val d'Oise (8 communes, 20 ha).
- Les zonages relatifs aux phénomènes de dissolution du gypse antéludien représentent près de 7 270 ha sur 6 arrondissements du nord-est de Paris (1 623 ha) et 13 communes limitrophes de la Seine-St-Denis (5 645 ha). Ces périmètres de risque couvrent des emprises importantes et sont pour certains institués à l'échelle de communes entières (10^{ème} arrondissement ou Pantin).

Plusieurs arrondissements du nord de Paris et communes de Seine-Saint-Denis sont couverts par des zonages pour plusieurs sources de risques : cavités souterraines et dissolution du gypse antéludien (Carte 13).

Figure 27 : Répartition des surfaces (ha) de zonages R111-3 par département



Sources : IGC Paris et Versailles, Traitement Institut Paris Region

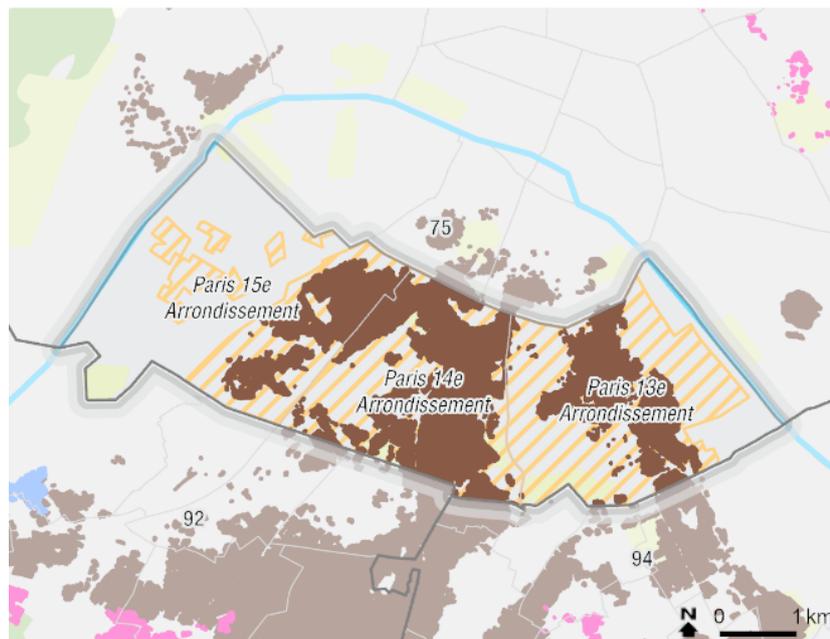
Les arrêtés pris au titre de l'ancien article R111-3 du code de l'urbanisme disposent que la délivrance des autorisations d'urbanisme est conditionnée à la mise en œuvre de prescriptions visant à assurer la stabilité des constructions. Pour ce faire, ils prévoient que l'autorité compétente pour la délivrance de l'acte d'urbanisme consulte l'inspection générale des carrières (ou en Seine-Saint-Denis, un organisme compétent en la matière). Ainsi, sur les secteurs identifiés au titre de l'article R111-3, les services des IGC examinent toute demande de permis de construire et formulent un avis contenant la situation et les caractéristiques du sous-sol, puis édictent des prescriptions techniques concernant les fondations du bâtiment et la consolidation du terrain qui le supportera.

La gestion des risques par l'intermédiaire de cet article soulève cependant des difficultés : les périmètres de risques définis ne peuvent en effet répondre à la même précision que les PPR, notamment pour ce qui concerne la connaissance et la hiérarchisation des niveaux d'aléas. La délimitation du périmètre de risque, lorsque l'aléa est mal connu a souvent été simplifiée et élargie en vertu du principe de précaution. Par ailleurs, ces périmètres ont souvent été calés sur des limites facilement identifiables : tracés d'axes routiers ou d'infrastructures, limites communales ou sections cadastrales... conduisant à élargir le zonage de risques à des zones « saines », pourtant reconnues sans risques. C'est le cas en particulier à Paris et dans la plupart des communes de la petite et de la grande couronne. Le rapport entre les surfaces sous-minées et les surfaces des zonages R111-3 peut atteindre des valeurs élevées : parfois de 1 à 2, mais souvent largement supérieur. Les services des Inspections générales des carrières sont cependant chargés d'effectuer un examen systématique de tous les permis déposés à l'intérieur de ces périmètres, y compris ceux situés en zones saines (cartes 14 à 17).

Il convient de noter que les zonages réglementaires des PPRMT se substituent aux périmètres R111-3 à l'approbation des documents pour l'aléa considéré, mais sur certaines communes, des zonages PPR et des périmètres R.111-3 peuvent co-exister pour des exploitations ou des sources de risques différentes. C'est le cas par exemple dans le Val d'Oise sur les communes de :

- Jouy-le-Moutier, dont le PER relatif aux carrières de gypse n'a pas intégré les 4 périmètres R111-3 pris au titre des carrières de calcaire ;
- Condécourt, dont le PER relatif aux carrières de gypse n'a pas intégré les 2 périmètres R111-3 pris au titre des carrières de calcaire ;
- Gonesse, dont le PPR relatif aux anciennes marnières n'a pas pris en compte un périmètre R111-3 concernant une carrière de calcaire.

Carte 14 : Couverture des zones sous-minées par les périmètres R111-3 (exemples)



Paris

Paris 13ème

R111-3 : 612,1 ha
 ZCS* : 172,1 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 3,6

Paris 14ème

R111-3 : 559,4 ha
 ZCS* : 323,0 ha
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 1,7

Paris 15ème

R111-3 : 363,4 ha
 ZCS* : 126,9 ha
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 2,9

Matériaux

- Craie
- Gypse
- Calcaires grossiers

Autres

Périmètre PPRMT

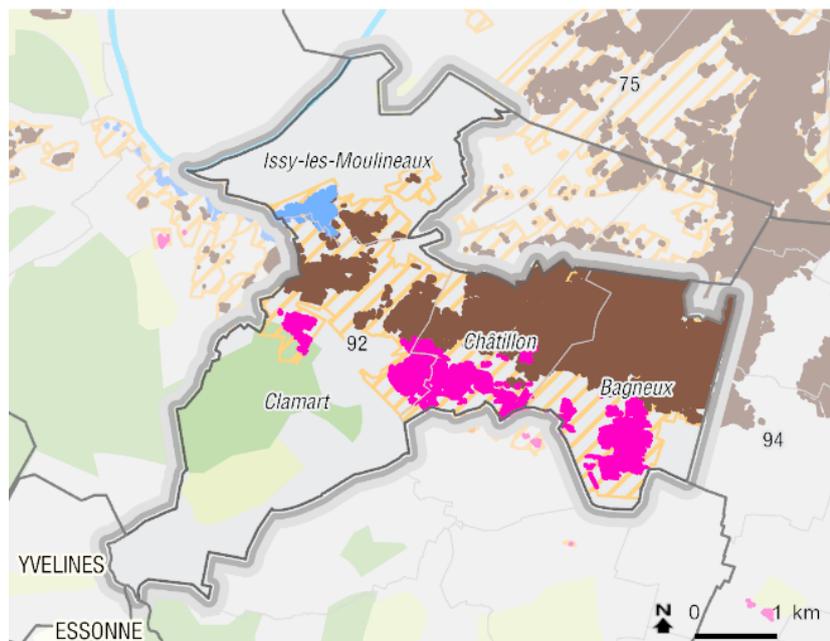
 R 111-3

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2024

Sources : Inspection générale des carrières de Paris.
 Traitement L'Institut Paris Region



* ZCS : zones de carrières souterraines



Hauts-de-Seine

Bagneux - R111-3 : 379,9 ha / ZCS* : 261,0 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 1,5

Chatillon - R111-3 : 292,5 ha / ZCS* : 219,6 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 1,3

Clamart - R111-3 : 255,5 ha / ZCS* : 100,2 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 2,5

Issy-les-Moulineaux - R111-3 : 85,0 ha / ZCS* : 33,1 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 2,6

Matériaux

- Craie
- Gypse
- Calcaires grossiers

Sables

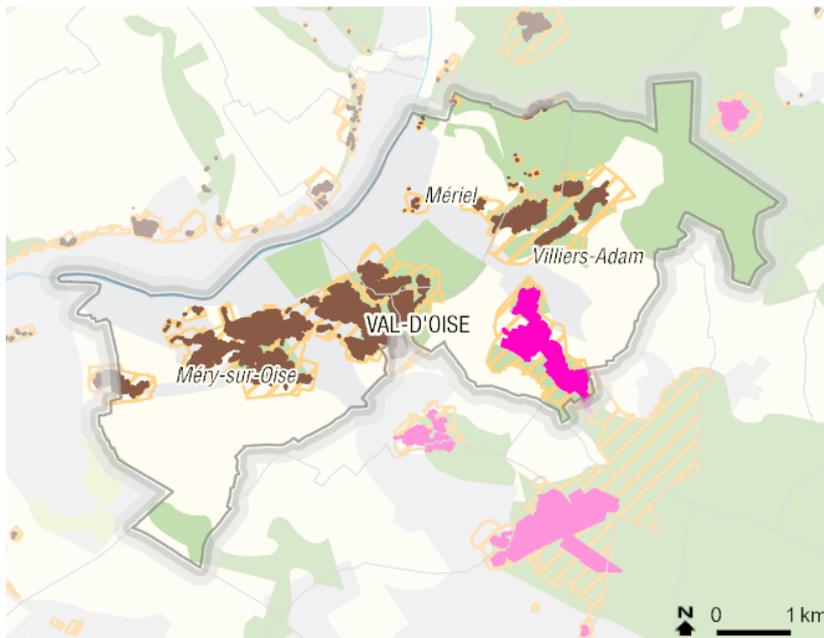
Périmètre PPRMT

 R 111-3

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2024

Sources : Inspection générale des carrières de Paris.
 Traitement L'Institut Paris Region





Val-d'Oise

Mériel

R111-3 : 68,9 ha
 ZCS* : 18,8 ha
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 3,7

Méry-sur-Oise

R111-3 : 275,4 ha
 ZCS : 133,9 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 2,1

Villiers-Adam

R111-3 : 279,3 ha
 ZCS : 96,1 ha.
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 2,9

Matériaux

Gypse
 Calcaires grossiers

Périmètre PPRMT

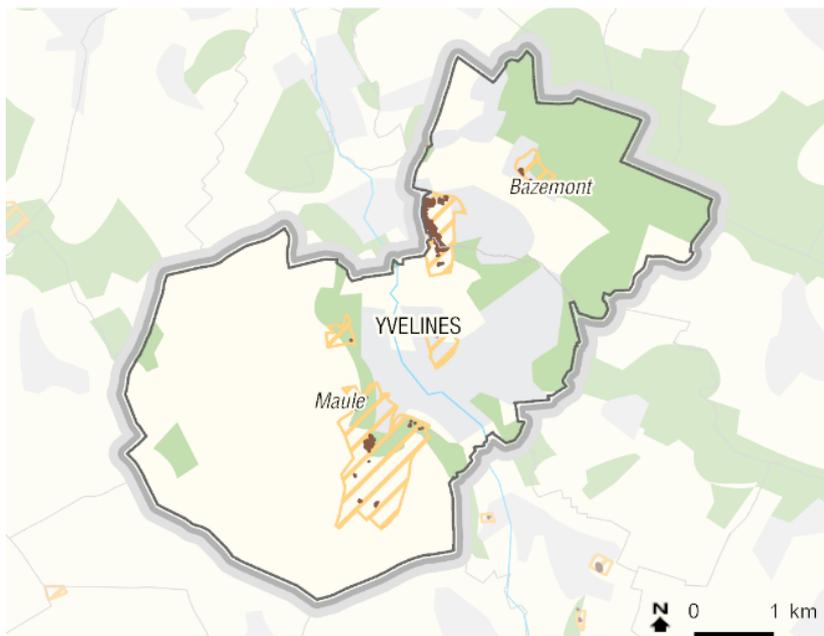
R 111-3

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2024

Sources : Inspection générale des carrières de Paris.
 Traitement L'Institut Paris Region



* ZCS : zones de carrières souterraines



Yvelines

Bazemont

R111-3 : 35,8 ha
 ZCS* : 4,1 ha
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 8,7

Maule

R111-3 : 162,9 ha
 ZCS* : 3,3 ha
 Rapport R111-3 sur ZCS* = 49,4

Matériaux

Calcaires grossiers

Périmètre PPRMT

R 111-3

© L'INSTITUT PARIS REGION, 2024

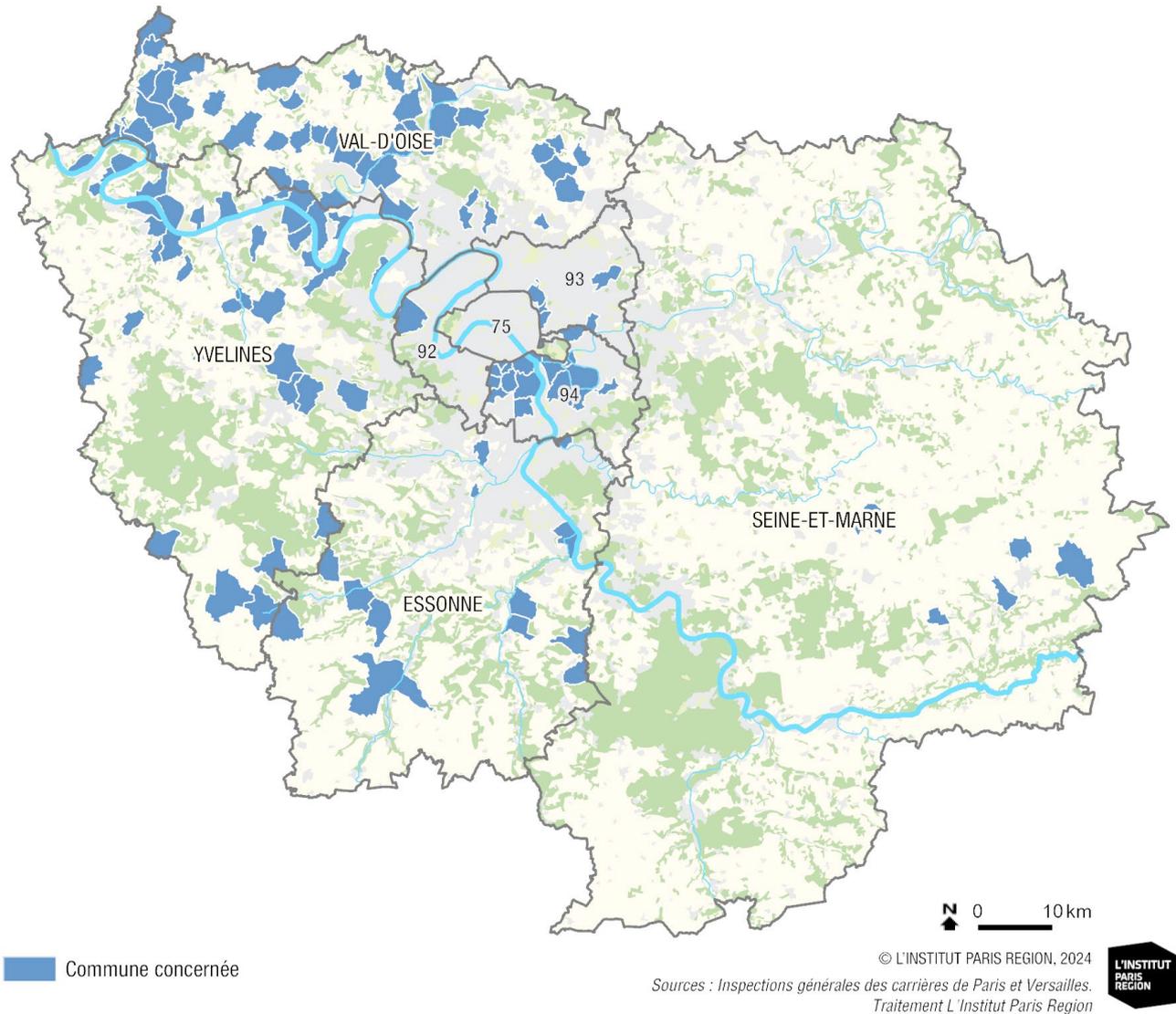
Sources : Inspection générale des carrières de Paris.
 Traitement L'Institut Paris Region





Carrière souterraine de calcaires grossiers. Bazemont (78)

Carte 15 : Communes couvertes par des « zones d'anciennes carrières »



4.4.4. Les Zones « d'anciennes carrières »

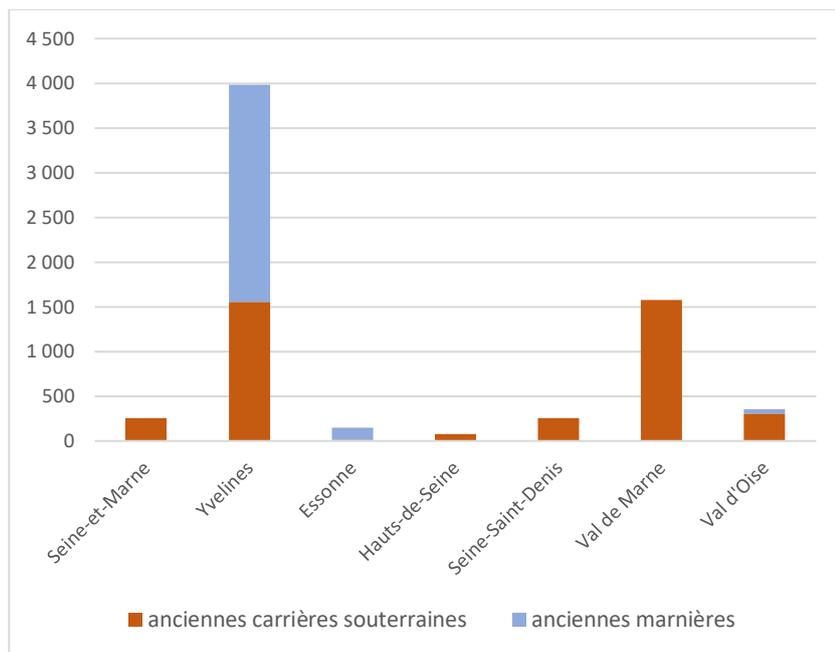
Plus de 390 périmètres de risques, couvrant 6 658 hectares, sont par ailleurs identifiés sur près de 150 communes des départements de la petite et de la grande couronne. Ces zones d'anciennes carrières correspondent généralement à la découverte de nouvelles cavités postérieurement à la date de promulgation des arrêtés R111-3 (1985 à 1989 selon les départements). Ces zonages sont cependant repris dans les « Porter à connaissance - PAC » des documents d'urbanisme. Les Inspections générales des carrières les considèrent comme des périmètres à risques d'effondrement de cavités souterraines. La démarche à suivre en termes de prise en compte dans les projets d'urbanisme et d'aménagement est donc la même que pour les périmètres R111-3, précisée plus haut.

Ces périmètres de risques concernent pour 60 % (4 041 ha) des zones de cavités souterraines liées à d'anciennes carrières dans tous les départements (hors Paris) et pour 40 % (2 617 ha) des zones d'anciennes marnières, très majoritairement (à plus de 90 %) dans les Yvelines, mais également dans l'Essonne et le Val d'Oise (carte 15 ci-contre, Fig. 28).

Le département des Yvelines concentre plus de 60 % (3 986 ha) de ces périmètres se répartissant en zones d'anciennes carrières (1 558 ha) et zones de marnières (2 429 ha). Il convient de noter qu'aucune des communes du Val de Marne ne fait l'objet de zonages réglementaires valant PPR, relatifs aux cavités souterraines (PPRMT ou R111-3). Les périmètres de risques (1 579 ha) recensés dans ce département sont tous des zonages d'anciennes carrières souterraines, institués dans une vingtaine de communes.

Quelques zonages sont également recensés en Seine-et-Marne pour d'anciennes carrières d'argiles.

Figure 28 : Répartition des surfaces (ha) de zonages « d'anciennes carrières » par département



Sources : IGC Paris et Versailles, Traitement L'Institut Paris Region

Tableau 3 : PPR cavités souterraines, mouvements de terrain prescrits. Situation au 1^{er} janvier 2024.

	Communes	Date de prescription	Risques mouvements de terrain	Niveau d'avancement
Seine-et-Marne	Chelles	6 octobre 1999	Cavités souterraines	Cartographie d'aléas réalisée
Yvelines	Follainville-Dennemont	15 juin 2021	Cavités - Fronts rocheux	Enquête publique 2023
Hauts-de-Seine	Meudon	15 avril 2003	Cavités souterraines	
Seine-Saint-Denis	Bagnolet	31 mars 2004	Cavités souterraines	Cartographie d'aléas réalisée
	Le Raincy	12 juillet 1999	Cavités souterraines – Dissolution du gypse	Cartographie d'aléas réalisée
	Saint-Denis	17 janvier 2005	Dissolution du gypse	Cartographie d'aléas réalisée
	Saint-Ouen	22 décembre 2004	Cavités souterraines – Dissolution du gypse	Cartographie d'aléas réalisée
	Villetaneuse	22 décembre 2004	Cavités souterraines – Dissolution du gypse	Cartographie d'aléas réalisée
	Sevran / Tremblay-en-France / Villepinte	23 juillet 2001	Dissolution du gypse	Cartographie d'aléas réalisée
	Livry-Gargan	22 décembre 2004	Cavités souterraines – Dissolution du gypse	
	Neuilly-Plaisance	22 décembre 2004	Cavités souterraines – Dissolution du gypse	
Val de Marne	Arcueil, Bonneuil-sur-Marne, Cachan, Champigny-sur-Marne, Charenton-le-Pont, Chennevières-sur-Marne, Créteil, Fontenay-sous-Bois, Gentilly, l'Haÿ-les-Roses, Ivry-sur-Seine, Joinville-le-Pont, Le Kremlin-Bicêtre, Maisons-Alfort, Nogent-sur-Marne, Ormesson-sur-Marne, Saint-Mandé, Saint-Maur-des-Fossés, Saint-Maurice, Thiais, Villejuif, Vitry-sur-Seine	1 ^{er} août 2011	Cavités souterraines	Cartographie d'aléas réalisée

Source : Préfectures

4.4.5. Une couverture insuffisante des risques mouvements de terrain par les PPRMT

Avec environ seulement 10 % des communes potentiellement exposées aux risques de cavités souterraines, les PPRMT (au sens de la Loi Barnier) ne couvrent pas, l'ensemble des zones à risques en Ile-de-France. Les zonages institués au titre de l'article R111-3, s'ils ne répondent pas aux mêmes niveaux de précision que les documents PPR, que ce soit en termes de connaissance initiale de l'aléa que dans la nature des prescriptions réglementaires associées, constituent cependant des outils d'information et de prévention avec la consultation préalable des services des Inspections générales des carrières pour toute demande de permis de construire. 240 communes sont concernées en Ile-de-France (hors Seine-et-Marne) par ces périmètres de risques pris au titre de l'article R111.3 pour les risques souterrains. A l'exception du Val de Marne où un PPR mouvement de terrain intercommunal est en voie de finalisation, les communes les plus exposées (Cf. 2.2. - La forte exposition du cœur d'agglomération) sont toutes couvertes par des documents réglementaires.

Des PPR mouvements de terrain sont aujourd'hui prescrits, certains parfois depuis le début des années 2000, sur une quarantaine de communes en Ile-de-France (tableau 3, ci-contre) :

- A Meudon dans les Hauts-de-Seine.
- Sur une dizaine de communes de Seine-St-Denis : Livry-Gargan, Neuilly Plaisance, avec des études d'aléas finalisées sur plusieurs communes : Bagnolet, Saint-Denis, Saint-Ouen, Villetaneuse pour les cavités souterraines, Saint-Ouen, Sevran, Tremblay-en-France, Villepinte pour la dissolution du gypse.
- Dans une approche départementale sur 22 communes dans le Val de Marne, département sur lequel n'est aujourd'hui instauré aucun zonage réglementaire, avec des cartographies d'aléas.
- A Chelles en Seine-et-Marne.
- Sur la commune de Follainville-Dennemont dans les Yvelines.

Malgré l'importance des zones sous-minées et le nombre de communes potentiellement concernées, le taux de couverture par les PPRMT reste faible dans les départements de Paris et de la proche couronne, avec seulement 8 communes couvertes au 1^{er} janvier 2024. Sur les communes et secteurs exposés aux anciennes exploitations de calcaires grossiers, les zones sous-minées ont été très largement urbanisées, sans réelle possibilité d'extension de l'urbanisation sur d'autres zones à risques. Au sein de ces territoires, l'évolution du tissu urbain s'exerce essentiellement par des processus de renouvellement urbain (densification ou mutation des tissus). La connaissance très fine des cavités et l'expertise de l'IGC Paris peuvent apparaître suffisantes pour la gestion des risques.

Sur les secteurs sous-minés par d'anciennes exploitations de gypse, les enjeux sont différents en termes d'intensité du risque, mais aussi d'aménagement dans la mesure où sur nombre de sites, les caractéristiques des exploitations ont souvent permis de préserver, jusqu'à une période récente, les sites d'anciennes carrières de l'urbanisation. Sur les communes concernées, et face à la pression foncière qui s'exerce aujourd'hui sur ces terrains dans le contexte en particulier du Grand Paris, le PPRMT pourrait constituer, au-delà de l'outil de prévention, un instrument au service de la préservation des espaces naturels en délimitant des zones inconstructibles, dans le cadre d'une politique d'aménagement locale portée par les collectivités.

En grande couronne, la transformation des périmètres R111-3 en Plans de prévention des risques (au sens de la loi Barnier), afin de réduire les emprises des zones de risques et de les doter de règlements adaptés aux niveaux d'aléas, constitue l'un des objectifs des schémas départementaux de prévention des risques naturels de plusieurs départements (Val d'Oise, Yvelines). La meilleure couverture des communes à risques par des PPR se heurte cependant à des questions de moyens (techniques et financiers), des délais de réalisation (études d'aléas, consultation) qui s'étalent souvent sur plusieurs années, limitant le rythme de production, au mieux, à quelques documents chaque année. Cette situation a conduit les services instructeurs à définir des communes ou des secteurs prioritaires au regard d'une part, de l'importance des risques potentiels en priorisant les carrières de gypse, et d'autre part, des pressions de l'urbanisation, qu'elles soient actuelles (observées sur les territoires), ou futures (à travers l'analyse des documents d'urbanisme et de planification). D'autres facteurs peuvent également pris en compte dans la priorisation : absence de documents réglementaires, périmètres de risques R111-3 incorrects ou obsolètes, présence de zones de fronts rocheux ou de glissements de terrains.



Ancienne carrière souterraine de gypse. Gagny (93)

5. AMENAGER LES ESPACES SOUS-MINES, ENTRE CONTRAINTES ET OPPORTUNITES

L'aménagement des zones sous-minées par les anciennes carrières porte principalement deux types d'enjeux en Ile-de-France :

- La question de l'urbanisation de ces espaces au regard notamment des nombreuses contraintes qui pèsent sur ces zones, mais aussi, les opportunités que peuvent offrir ces terrains pour la création d'espaces verts et de loisirs dans le contexte de densification et de carence de certains territoires, en particulier de l'Est parisien. Plus généralement, la place de ces espaces peut être interrogée dans les politiques et stratégies de renaturation, de trames vertes, ... des zones densément urbanisées de l'agglomération parisienne.

Dès 1995, le Plan Vert régional d'Ile-de-France évoquait les zones sous-minées comme des « terrains en attente d'affectation définitive ». Situés ou non dans l'agglomération centrale, ces terrains font depuis plusieurs années l'objet d'une attention toute particulière : les demandes sociales en aménité, ainsi que les volontés politiques et les avancées techniques récentes de mise en sécurité ont offert des opportunités d'aménagement d'équipements publics, particulièrement en matière d'espaces verts.

Plus récemment, le projet de SDRIF-E 2040 (Schéma directeur de la région Ile-de-France) arrêté par le Conseil régional d'Ile-de-France le 12 juillet 2023, décrit les zones sous-minées comme un véritable gisement pour la préservation des milieux et l'amélioration du cadre de vie de la population francilienne :

« En outre, la présence d'anciennes carrières souterraines de matériaux de construction (gypse, calcaire, craie, etc.), dites "zones sous-minées", rend de nombreux terrains inconstructibles sans lourds travaux de confortement. Ces zones, qui couvrent 4 500 hectares au total dans la région, dans plus de 400 communes, dont plus de la moitié des communes de la petite couronne, peuvent offrir des opportunités intéressantes, en particulier dans le cœur de l'agglomération parisienne et dans la Ceinture verte, pour améliorer le cadre de vie (création d'espaces verts, de loisirs dès lors que les conditions de sécurité le permettent) et la biodiversité (renaturation, préservation des espaces naturels). »

- La préservation et la valorisation de ces espaces souterrains qui peuvent revêtir de nombreux intérêts : patrimonial industriel ou architectural, scientifique, de biodiversité, formation..., mais ces espaces souffrent aujourd'hui d'une faible reconnaissance par les institutions publiques ou scientifiques.

Le potentiel d'aménagement et de revalorisation de ces espaces s'oppose aux contraintes de mises en sécurité par des travaux souvent coûteux qui nécessitent l'effort financier de l'ensemble des collectivités locales et régionales, et par les tensions croissantes autour des enjeux environnementaux (préservation de la biodiversité, valorisation du patrimoine géologique, accès à des services écosystémiques, etc.) qui témoignent tous des dynamiques écologiques de ces espaces, loin d'avoir été délaissés par la nature.

5.1. ENJEUX D'AMENAGEMENT

5.1.1 Une extension de l'urbanisation contenue sur les zones sous-minées

L'extension de l'urbanisation par des espaces construits (habitat, équipements, activités...) sur les secteurs de carrières souterraines aujourd'hui recensés en Ile-de-France (Paris, départements de la petite couronne, Yvelines, Val d'Oise) apparaît comme bien contenue. L'analyse de l'évolution de l'occupation de sols sur une période d'une quarantaine d'années (Source EvoluMos1982-2021) révèle une extension urbaine d'environ 120 hectares (+7 %), au dépend d'espaces naturels, mais aussi d'espaces urbains ouverts (friches, espaces verts et de loisirs...).

Cette évolution s'est majoritairement exercée sur les terrains occupés par d'anciennes exploitations de calcaires grossiers où plus de 82 hectares ont été urbanisés, dans les départements de la petite couronne (46 ha) comme de la grande couronne (36 ha). Une trentaine d'hectares ont également été urbanisés, notamment par des activités économiques (entrepôt à l'air libre) sur des zones sous-minées d'anciennes carrières de gypse, essentiellement en petite couronne.

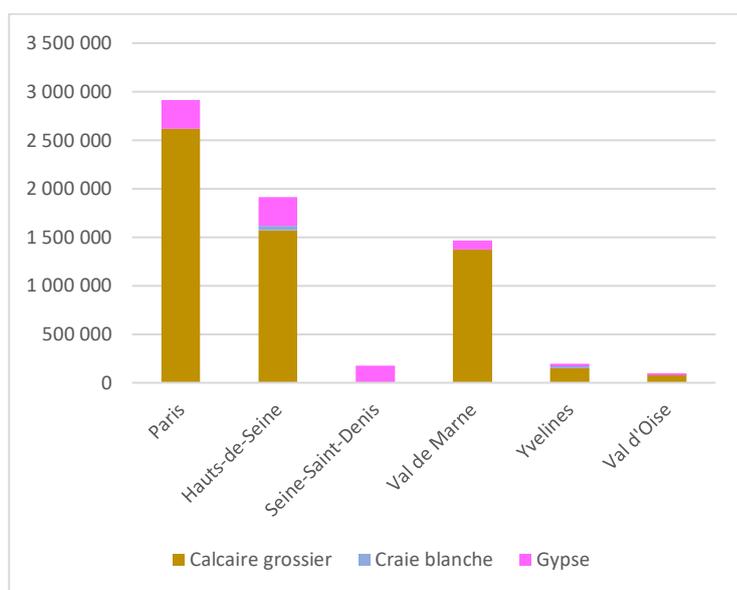
5.1.2 Une évolution sensible des enjeux dans le cadre des processus de renouvellement urbain

Les emprises bâties (au sol), tous usages confondus (habitat, activité, équipement) sur les zones sous-minées couvrent aujourd'hui près de 6,76 millions de m² en Ile-de-France (hors Seine-et-Marne), avec une forte concentration (96 %)

dans les départements de la petite couronne et en particulier Paris (2,91 Mm², 43 %), les Hauts-de-Seine (1,91 Mm², 28 %) et le Val de Marne (1,46 Mm², 22 %) (Fig. 29).

Plus de 86 % (5,79 Mm²) de ces emprises bâties s'inscrivent sur des zones sous-minées par d'anciennes exploitations de calcaires grossiers, dont les caractéristiques (profondeurs des exploitations, hauteurs de galeries...) et les qualités géotechniques des matériaux rendent moins complexes techniquement et économiquement leur sécurisation. Les emprises bâties sur des zones-minées par les anciennes exploitations souterraines de gypse totalisent 895 000 m² (13,2 %) essentiellement dans les arrondissements du nord de Paris et en Seine-Saint-Denis. Au regard de l'extension des anciennes carrières de gypse dans l'agglomération centrale, les emprises bâties beaucoup plus faibles en proportion révèlent les contraintes fortes à l'urbanisation que présentent ces exploitations souterraines.

Figure 29 : Répartition des emprises bâties sur les zones sous-minées par département et type de matériaux exploités. Situation 2022.



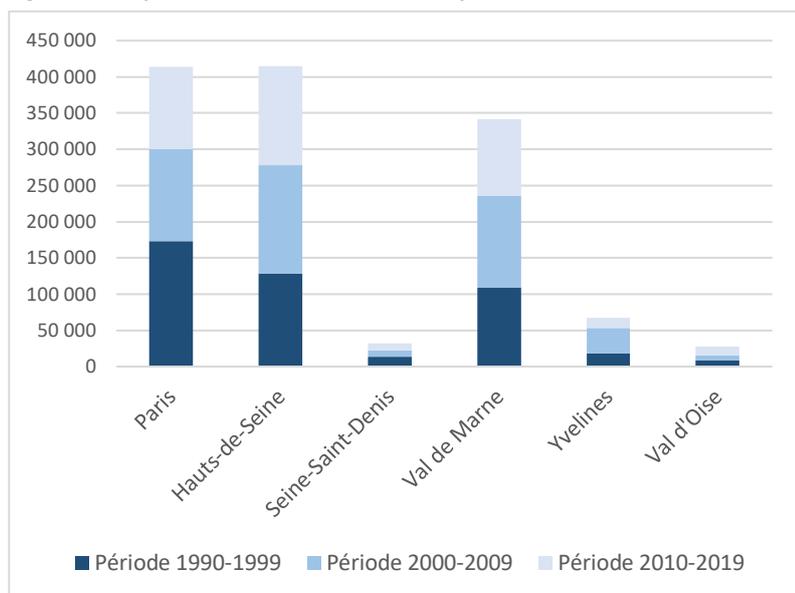
Source : BD Topo 2022, IGN, Cartographie de zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles. Traitement L'Institut Paris Region.

Plus que par les extensions de l'urbanisation sur les zones sous-minées, c'est par la transformation des tissus urbains existants que se traduit l'augmentation des enjeux sur les zones à risques. Cette évolution de l'urbanisation s'inscrit aujourd'hui essentiellement dans le cadre des processus de densification et de mutation (requalification de friches industrielles...) des tissus urbains liés à la recomposition de la zone dense engagés depuis le début des années 1990 et portés plus récemment par la Loi du Grand Paris en 2010 (objectif de construction de 70 000 logements/an), par le Schéma directeur de la région Ile-de-France (SDRIF 2030) ou par le SCoT de la Métropole du Grand Paris.

Depuis 1990, 1,36 Mm² (20 % des emprises bâties) ont été construits sur des zones sous-minées à un rythme relativement constant : 450 000 m² au sol dans la décennie 1990, 456 000 m² dans la décennie 2000 et 392 000 m² dans la décennie 2010. Les trois départements de Paris (431 000 m²), des Hauts-de-Seine (444 000 m²) et du Val de Marne (353 000 m²) concentrent plus de 90 % de ces évolutions (Fig. 30).

Plus de 86 % de ces emprises au sol s'inscrivent sur des secteurs sous-minés par des exploitations de calcaires grossiers. Ainsi, sur ces secteurs, les risques liés aux anciennes carrières souterraines ne semblent pas constituer un frein majeur à la construction. Les surcoûts liés à la prévention et la mise en sécurité des terrains sous-minés (études préalables, sondages, travaux de sécurisation ou de comblement) semblent, dans une période et un contexte de fortes pressions foncières et de marchés immobiliers au plus haut, pouvoir être absorbés par les aménageurs et promoteurs du secteur privé, tout au moins pour les opérations d'importance (grandes opérations, habitat collectif, équipement ...). En revanche, les surcoûts de mise en sécurité peuvent apparaître comme une véritable contrainte pour des projets individuels de particuliers.

Figure 30 : Répartition de la construction (emprises bâties en m²) sur les zones sous-minées, par département entre 1990 et 2020.



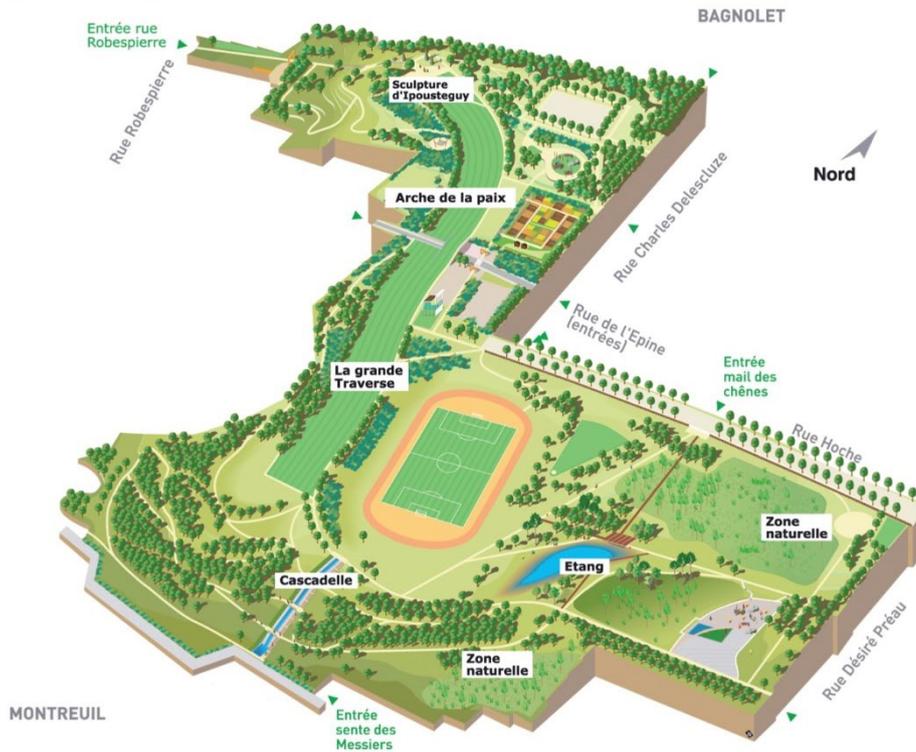
Source : BD Topo 2022, IGN, Fichiers Fonciers 2022 (DGFIP), Cartographie de zones sous-minées, Inspections générales des carrières de Paris et Versailles. Traitement L'Institut Paris Region.

Cette évolution de la construction et des emprises bâties devrait se poursuivre. Les grandes orientations d'aménagement du projet de SDRIF-E 2040 (Schéma directeur de la région Ile-de-France) portées par des objectifs de création et de densification du parc de logements, par les objectifs ZAN (Zéro artificialisation nette), vont se traduire encore pendant plusieurs années par de très nombreuses opérations d'aménagement et de transformation des tissus urbains, sur de nombreux territoires de l'agglomération centrale. Les communes de la proche couronne (hors Paris) sont concernées par des objectifs de densification importants à l'horizon 2040. **Sur les 96 communes sur lesquelles sont attendues des taux de croissance élevés (15 à 17 %) du parc de logement au sein des espaces urbanisés, plus de la moitié sont couvertes par des zones sous-minées**, dans des proportions certes très variables, mais parfois très conséquentes comme à Bagneux, Arcueil, Clamart, Ivry-sur-Seine ou Chatillon.

Les secteurs d'extensions urbaines cartographiés dans le projet de SDRIF-E apparaissent en revanche comme très peu impactés par les zones sous-minées avec seulement quelques pastilles d'urbanisation préférentielle couvertes par des zonages pris au titre de l'article R111-3 (valant PPRMT) à Gazeran et Magny-les-Hameaux dans les Yvelines pour des phénomènes de marnières et Carrières-sur-Seine (78) et Parmain (95) pour des zones sous-minées par d'anciennes carrières souterraines.



Parc départemental Jean Moulin-Guilands, Montreuil-sous-Bois, Seine-Saint-Denis.
 Crédit : L'Institut Paris Region



Plan du Parc Jean Moulin
 Crédit : Comité départemental du tourisme de Seine-Saint-Denis

5.1.3. Répondre aux besoins en espaces verts sur des secteurs carencés

De nombreux espaces verts aménagés sur d'anciennes carrières de gypse

Sur de nombreuses communes de l'est parisien, dans le Val-de-Marne, mais surtout en Seine-Saint-Denis, la présence d'anciennes exploitations souterraines de gypse qui occupent des superficies souvent conséquentes, ont posé et posent encore aujourd'hui de nombreux enjeux en termes d'aménagement et de sécurité publique. Les contraintes à l'urbanisation de ces zones sous-minées sont en effet importantes ; les risques d'effondrement et de dégradation y sont particulièrement élevés compte tenu de la nature des matériaux (solubilité, caractéristiques géotechniques) et des méthodes d'exploitation (extraction sur plusieurs niveaux, hauteurs importantes des galeries, remblaiement partiel...). Ces contraintes renchérissent très sensiblement les coûts des travaux de confortement et de mise en sécurité des terrains concernés.

C'est ainsi qu'en Seine-Saint-Denis, sur les quelques 340 hectares sous-minés, moins de 20 % seulement sont aujourd'hui couverts par des espaces bâtis (logements, équipements, activités...), alors que les espaces naturels (espaces boisés, pelouses, friches) représentent encore presque 30 % de l'occupation du sol (source Mos 2021). Fait notable, **presque la moitié (48 %) de ces zones sous-minées est couverte par des espaces ouverts urbains (espaces verts, parcs urbains, espaces de sport et de loisirs...).**

Ces terrains inconstructibles sont en effet longtemps restés comme des espaces en friche, au cœur de zones de plus en plus densément urbanisées. Depuis une trentaine d'années, ils sont apparus comme des opportunités de création d'espaces verts, dans des secteurs précisément carencés en ce type d'équipement public, susceptibles de répondre aux attentes de population de plus en plus nombreuses, et ce, d'autant plus que les exigences de mise en sécurité sont moindres que pour des opérations d'aménagement. De nombreux parcs et jardins ont été créés depuis le début des années 1990 : les parcs de Beaumont (24 ha, 1992-1999) et Jean Moulin – les Guilands (26 ha, 2007) à Montreuil (voir ci-contre), celui des coteaux d'Avron (31,4 ha) à Neuilly-Plaisance, le parc Jean Descari (4,5 ha, 2001) à Rosny-sous-Bois, l'Ile de loisirs de Romainville (2020), le parc de la Fosse Maussoin à Clichy-sous-Bois...

Quelques vastes espaces à caractère plus naturel et non aménagés subsistent encore, notamment dans l'est du département (Gagny, Livry-Gargan...). D'une manière générale, la localisation de ces anciennes carrières non consolidées et réaménagées dans le périmètre de la « ceinture verte », pourrait les destiner à devenir de futurs espaces verts publics. Toutefois, cette destination « naturelle » se heurte à des coûts de réhabilitation très élevés, pouvant être estimés à plusieurs centaines de milliers d'euros à l'hectare, difficilement supportables par une seule collectivité. Ces dernières années, quelques sites : le plateau d'Avron à Neuilly-Plaisance, le Parc Jean Decesari à Rosny-sous-Bois... ont pu bénéficier de tels travaux de confortement pour des aménagements en espaces verts publics dans le cadre d'opérations de longue durée et au prix d'investissements élevés, avec le concours des collectivités locales (région, départements, communes). Ainsi, la mise en sécurité des terrains du Parc Jean Decesari (ex. Susset) (4,5 ha) a représenté un montant de 6,4 millions d'euros pour un coût total de 10,5 millions d'euros ; 12 millions d'euros ont été engagés pour la mise en sécurité des zones sous-minées de l'Ile de loisirs de Romainville. Les études menées pour ces différents projets ont mis en évidence la difficulté d'évaluer les coûts de confortement des terrains sous-minés, rendus très aléatoires par la spécificité de chaque site.

Sur certaines zones, des techniques moins onéreuses que le comblement peuvent toutefois être mises en œuvre. Ainsi, pour l'aménagement du parc départemental des Lilas à Vitry-sur-Seine (94), une technique de géogrille a été utilisée. Elle consiste à enterrer, à une profondeur de 1 mètre, un filet de polymère (géogrille) avec des ancrages garantis pour un siècle. Recouvert de terre végétale, ce filet qui peut laisser passer des racines permet la plantation d'arbres. La structure maintient le sol en place en cas d'effondrement, la maille posée suivant le mouvement du terrain.

Mais avec les très fortes pressions foncières qui s'exercent aujourd'hui en petite couronne, les coûts des travaux de comblement et de mise en sécurité des zones sous-minées n'apparaissent plus complètement rédhibitoires pour les aménageurs. La commune de Gagny, située à l'est du département de la Seine-Saint-Denis, en limite de la Seine-et-Marne, a pu illustrer il y a une dizaine d'années ces pressions. Cette commune est concernée par plusieurs ensembles de carrières, exploitées pour les dernières jusqu'en 1965, et répartis en trois secteurs. Les anciennes exploitations, toutes propriétés privées, présentaient des risques de glissements de terrains et d'effondrement de galeries, certaines pouvant atteindre 15 mètres de hauteur. Ces terrains (environ 110 hectares, 16 % du territoire communal) forment des enclaves naturelles qui abritent des milieux naturels (bois, prairies...) et une grande diversité d'espèces floristiques et faunistiques dont certaines protégées au niveau régional ou national, mais ils constituent aussi les derniers espaces urbanisables de la commune. Dangereux sur le plan de la sécurité, ces espaces sont par ailleurs non accessibles au

public. La municipalité souhaitait reconquérir une partie de ces terrains (carrières de l'Ouest) pour les aménager, la ville procédant à l'acquisition des terrains et en faisant réaliser le comblement, la revente des terrains remblayés et mis en sécurité à des aménageurs privés devant permettre d'équilibrer financièrement cette opération. Face aux contestations des associations de défense de l'environnement, et à l'occasion d'un changement de municipalité, le projet initial, qui prévoyait la construction d'un programme de 2 000 logements, a été arrêté. Aujourd'hui, l'objectif est de préserver et valoriser le « poumon vert » que représentent les Carrières de l'Ouest en y aménageant un parc paysager en lien avec la nature et ouvert sur le quartier. La promenade de la Dhuys, reconnue zone Natura 2000 et longeant cette zone, formera avec les carrières, un ensemble cohérent. La commune a pu bénéficier de 4,3 millions d'euros issus du plan de relance national, qui ont permis l'activation des travaux de sécurisation. L'opération, chiffrée entre 13 et 16 millions d'euros, est également subventionnée, à hauteur de plusieurs millions d'euros, par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs (Fonds « Barnier »). Si la majeure partie des anciennes carrières doit donc être sanctuarisée, une portion sera tout de même accessible aux habitants en privilégiant avant tout les sentiers pédestres naturels.



Parc des Beaumonts développé sur d'anciennes carrières de gypse, Montreuil-sous-Bois, Seine-Saint-Denis.

Crédit : Est Ensemble – Direction de la communication

Des enjeux parfois contradictoires

La mise en œuvre de travaux de sécurisation des sites d'anciennes carrières, visant à ouvrir et aménager des espaces verts ou de loisirs peut toutefois rencontrer localement des oppositions dans un contexte de prise en compte accrue des enjeux locaux de préservation de la biodiversité à l'exemple de l'aménagement de l'Île-de-loisirs de la Corniche des forts de Romainville. Le projet s'inscrit sur un ancien site d'extraction abandonné dans les années 1960, interdit d'accès pour des questions de sécurité et naturellement reconquis par la végétation pour devenir une enclave boisée au cœur d'un tissu très fortement urbanisé. La mise en sécurité d'une partie du site par comblement aurait nécessité l'abattage d'une partie des espaces boisés. Face à la forte opposition locale au défrichement, le projet s'est réorienté vers la sanctuarisation des espaces forestiers sur une vingtaine d'hectares et de ne pas les rendre accessible par des cheminements. En l'absence de travaux de consolidation et de mise en sécurité, la détérioration du site reste inéluctable, faisant peser un risque pour la sécurité des personnes au cœur d'un secteur très urbain et interroge les questions de responsabilité en cas d'accidents.

Sur d'autres sites, les niveaux de connaissance ou de sécurisation parfois insuffisants des zones sous-minées, posent la question du maintien de leur accessibilité au public au regard des responsabilités de leurs gestionnaires. C'est le cas par exemple de plusieurs espaces verts, propriétés d'Ile-de-France Nature (IDFN, ex. Agence des Espaces Verts) dont certains secteurs sont aujourd'hui partiellement fermés en raison des risques pour la sécurité publique. Ainsi, à Argenteuil, le parc de la Butte des Châtaigniers, construit sur d'anciennes carrières souterraines de gypse, ouvert en 2012 après de lourds travaux (6 millions d'euros de travaux de terrassement), constitue un espace de promenade et de détente qui offre un belvédère exceptionnel sur Paris, très prisé de la population d'Argenteuil. Après des effondrements sur le cimetière de Sannois proche du site, IDFN requestionne l'ouverture au public de ce site face au risque d'effondrement. Des investigations complémentaires ont mis en évidence des lacunes sur la localisation précise de certaines zones sous-minées et d'autres qui n'ont pas été comblées. Un travail est en cours avec le Cerema afin d'accompagner IDFN sur la sécurisation du site.

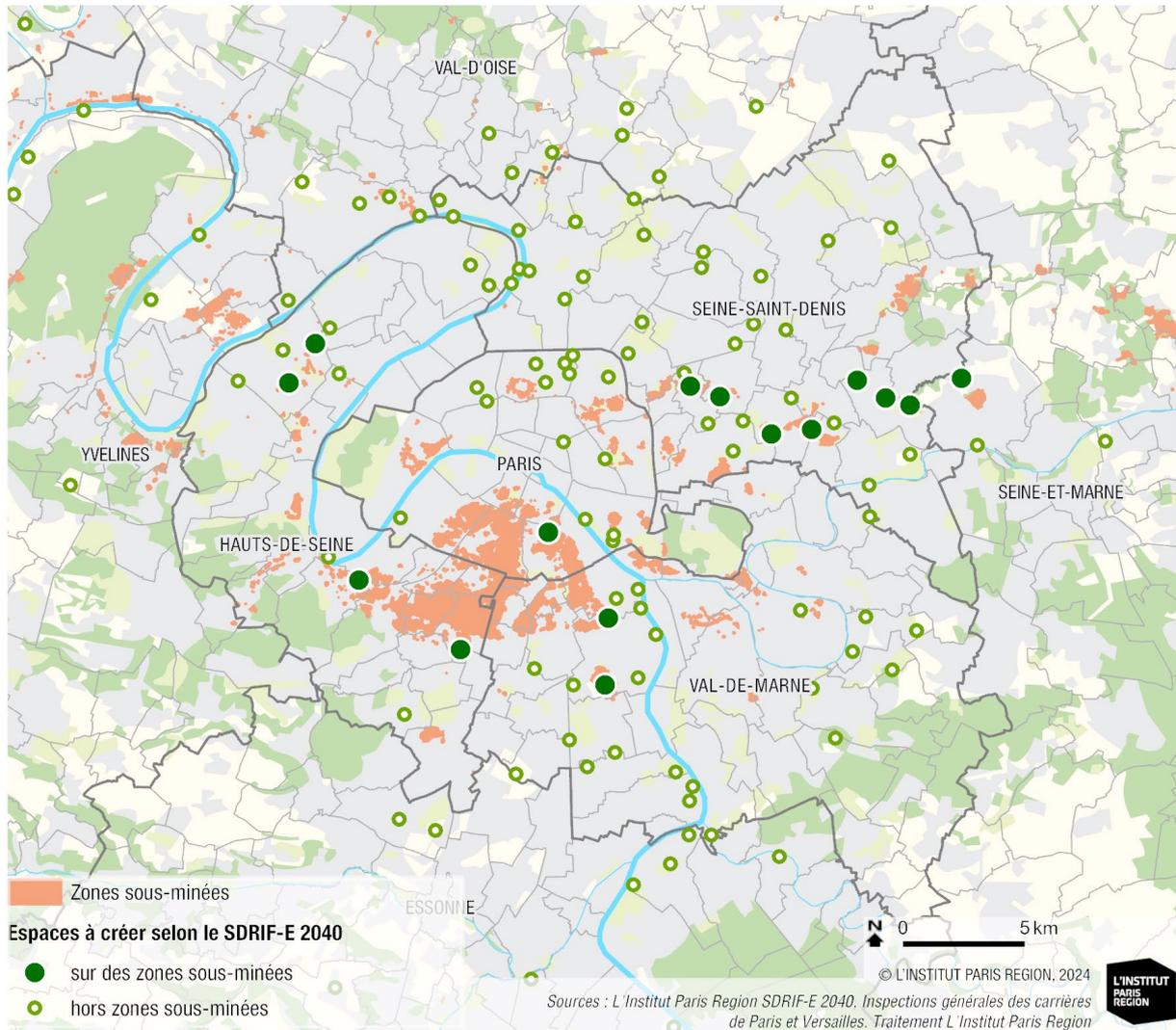
Sur la butte Pinson, à Montmagny (95), 122 hectares sont gérés par IDFN, partiellement sur d'anciennes exploitations souterraines de gypse. Après des années d'abandon, le site accumule plusieurs freins à sa reconversion : occupation illégale (processus d'expulsion de gens du voyage), décharge (ordures ménagères, amiante, etc.), risques de fontis liés aux carrières. Plusieurs secteurs ont ainsi été fermés au public. Le site présente des fronts de taille remarquables et un espace de nature à préserver, identifié en espace vert d'intérêt régional à créer au SDRIF-E.



Ile de Loisirs de la Corniche des Forts sur les anciennes carrières de Romainville

Crédit : Eric Garault/ L'Institut Paris Region

Carte 16 : Espaces verts à créer – SDRIF-E 2040



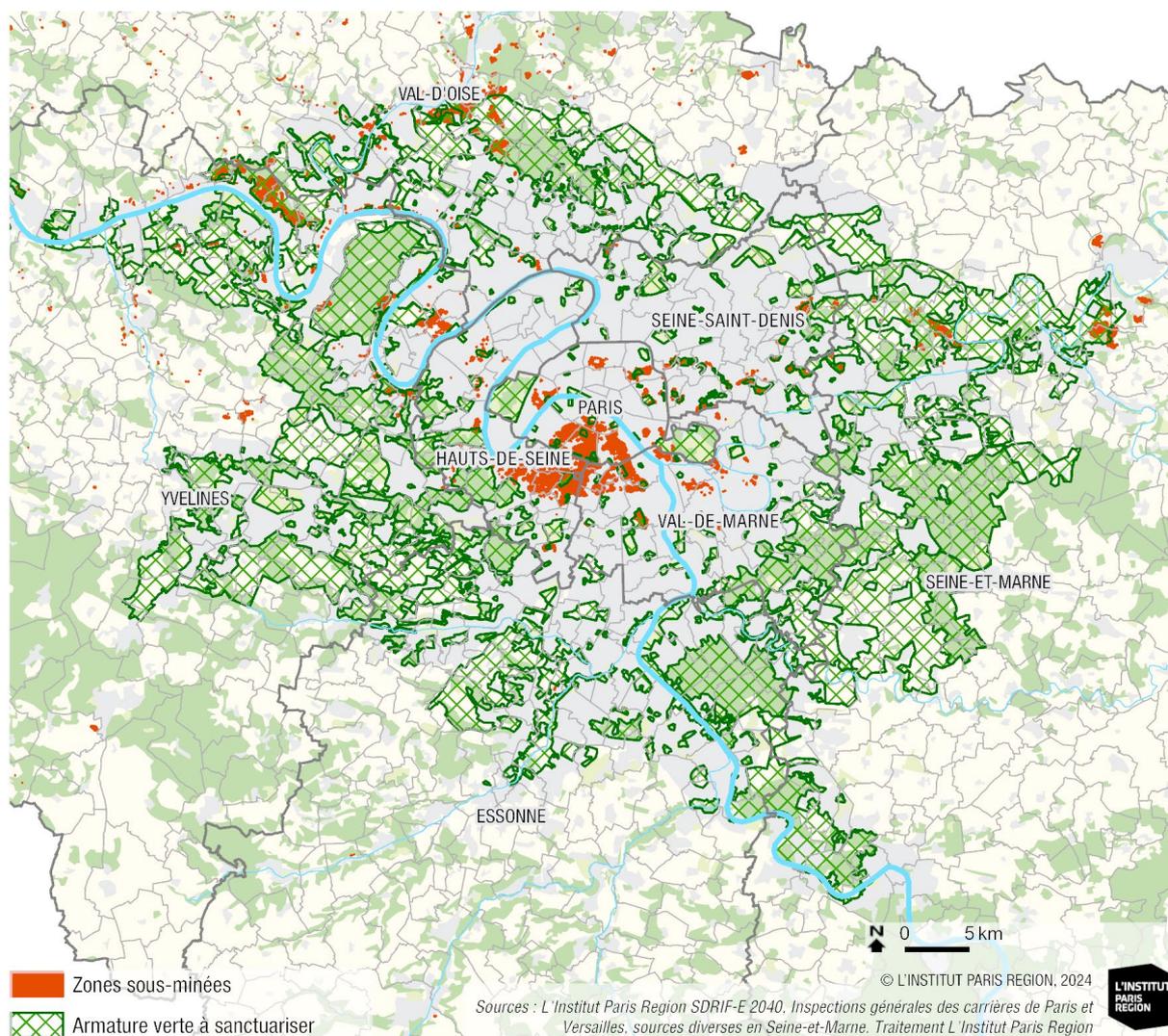
Des potentialités reconnues dans le projet de SDRIF-E 2040

Ces opportunités sont consolidées dans le projet de SDRIF-E 2040. L'enjeu est de favoriser la création d'espaces verts ouverts au public, afin de réduire notamment la part de la population carencée, particulièrement en cœur d'agglomération. Dans cet objectif, le SDRIF-E prévoit la création de 145 nouveaux espaces verts et de loisirs de proximité et, à plus large échelle, promeut l'aménagement de grands parcs naturels urbains par la préservation et la restauration de l'armature verte régionale. Sur les quelques 145 espaces verts à créer, conforter ou à étendre, près d'une quinzaine (environ 10 %) recouvrent pour partie des sites d'anciennes carrières, en particulier en Seine-Saint-Denis (parc du Sempin, Corniche des Forts, Fort de Noisy, Bois des Charcalets...) (carte 16 ci-contre).

Les espaces appartenant à l'armature verte à sanctuariser correspondent aux espaces ouverts (ENAF – Espaces naturels, agricoles et forestiers -, et espaces ouverts urbains) protégés de l'urbanisation, au sein de la ceinture verte, du cœur et de l'hypercentre de l'agglomération parisienne. Aucune capacité d'urbanisation ne peut y être mobilisée, seules quelques exceptions propres aux espaces concernés sont autorisées (bâtiments agricoles, infrastructures de transports, etc.).

Ces espaces recouvrent plusieurs secteurs de zones-minées en particulier sur le Massif de l'Hautil (78, 95), autour des communes de Mery-sur-Oise, Villiers-Adam et Frépillon dans le Val d'Oise ou encore en Seine-et-Marne sur l'extrémité est du Massif de l'Aulnay ou au sud de Meaux (Mareuil-les-Meaux, Quincy-Voisins) (carte 17).

Carte 17 : Zones sous-minées et armature verte à sanctuariser – SDRIF-E 2040



5.2. VALORISER LE PATRIMOINE SOUTERRAIN

Les anciennes carrières souterraines qui ont participé à la construction de Paris, de son agglomération et de l'Ile-de-France constituent un élément du patrimoine régional. Moins visibles par nature, souvent plus difficilement accessibles, les espaces souterrains et le patrimoine qu'ils constituent souffrent d'une faible reconnaissance par les instances publiques et privées. L'intérêt de ces exploitations souterraines est pourtant multiple :

- Comme témoignage de l'histoire locale et des anciennes activités humaines, avec des techniques et des savoirs faire qui relèvent de l'archéologie industrielle et de l'ethnologie, tant dans la phase d'extraction des matériaux que dans celle des réutilisations ultérieures des cavités telles que les champignonnières, les caves, les abris souterrains...
- Pour leur intérêt architectural et monumental comme les « cathédrales souterraines de gypse » ou l'ancienne carrière des Capucins à Paris, sous l'hôpital Cochin avec sa fontaine classée au titre des Monuments historiques pour son travail de la pierre.
- Pour leur intérêt scientifique et pédagogique dans de nombreuses matières : géologie, minéralogie, paléontologie, stratigraphie..., mais également biologie avec le monde vivant de la faune et de la flore cavernicoles.

5.2.1. Activités industrielles

Brasseries

A la fin du XIX^{ème} siècle, certains vides laissés par les anciennes carrières ont pu être investis à des fins industrielles, notamment par des brasseries, en particulier dans les 13^{ème} et 14^{ème} arrondissements. Ces carrières constituaient un environnement particulièrement propice à ces activités pour les caves de fermentation et le stockage de la bière : température fraîche et stable, humidité naturelle, facilité d'accès aux sources d'eau souterraines. A son plus fort, Paris comptera une trentaine de brasseries souterraines (Dumesnil, La Nouvelle Gallia...) avant que cette activité ne disparaisse progressivement au tournant du XX^{ème} siècle.

Il ne subsiste aujourd'hui que très peu de témoignages de ces anciennes activités, les cavités ayant été progressivement comblées à l'occasion d'opérations immobilières au droit des parcelles concernées.

Champignonnières

Initiée sous le règne de Louis XIV, la culture souterraine du champignon de Paris a connu son âge d'or après la Première guerre mondiale. Alors qu'une centaine de champignonnistes étaient encore recensés en région parisienne jusque dans les années 1960-1970, la production a fortement décliné depuis cette période avec la délocalisation des structures de production vers d'autres pays (Pays-Bas, Pologne).

Ne subsistent aujourd'hui que cinq producteurs en activité en Ile-de-France. La production traditionnelle de champignons de Paris sur compost représente environ 900 tonnes par an en Ile-de-France, à mettre en regard des 85 000 à 100 000 tonnes de champignons de couches produites chaque année en France. La majorité de cette production francilienne est vendue en circuits courts. Le volume est assuré, pour 90 %, par deux exploitations principales à Evécquemont (Yvelines) et Méry-sur-Oise (Val-d'Oise), qui travaillent notamment avec des négociants et des magasins de grandes et moyennes surfaces régionales ; les trois autres producteurs travaillant en circuit court de type Amap.



Ancienne champignonnière. Conflans-Sainte-Honorine (78)

5.2.2. Patrimoine historique et architectural

Les anciens sites de carrières souterraines restent aujourd'hui très peu reconnus et protégés pour leur caractère patrimonial. Quatre sites sont à ce jour recensés au titre de la protection des Monuments historiques en Ile-de-France :

- La carrière souterraine du chemin de Port-Mahon, Paris 14ème, est classée au titre des Monuments historiques depuis le 4 janvier 1994.
- La carrière Arnaudet à Meudon est un site classé depuis 1986 pour son caractère scientifique et artistique (classement obtenu afin de contrer un projet immobilier).
- Les carrières des Capucins ont bénéficié du classement de la fontaine des Capucins par arrêté le 8 juin 1990.
- Les carrières sous le Val de Grâce sont classées au titre des Monuments historiques depuis le 1er mars 1990 par association avec la surface.

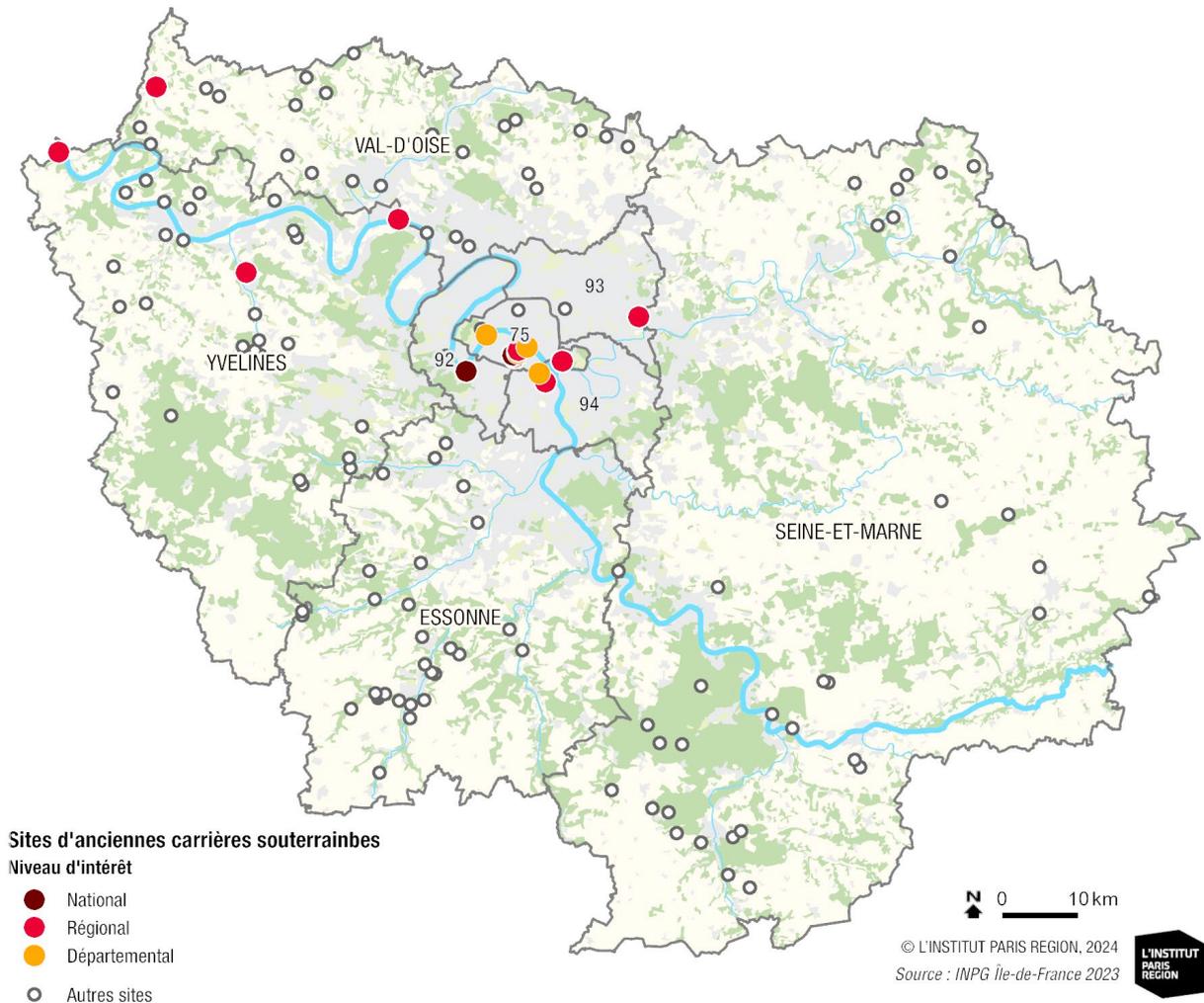
A noter que tous ces sites sont également recensés dans l'Inventaire du patrimoine géologique national (cf. ci-dessous).

5.2.3. Patrimoine géologique

L'Inventaire du patrimoine géologique national (INPG) introduit par la loi du 27 février 2002 relative à la démocratie de proximité, est l'une des composantes de l'inventaire du patrimoine naturel national. Il a la même portée juridique que l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) et sert directement à l'application du décret n°2015-1787 relatif à la protection des sites d'intérêt géologique. Cet inventaire a pour objectif d'identifier l'ensemble des sites et objets d'intérêt géologique, de collecter et saisir leurs caractéristiques, de hiérarchiser et valider les sites à vocation patrimoniale et d'évaluer leur vulnérabilité et les besoins en matière de protection.

En Ile-de-France, l'INPG est porté, depuis 2014, par le service « Nature et paysage » de la DRIEAT. Il a été confié à la Commission Régionale du Patrimoine Géologique (CRPG) par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN). L'INPG permet d'identifier et inventorier les objets géologiques remarquables, de partager cette connaissance à la population francilienne, de faire émerger des projets pour la préservation de ce patrimoine et de sensibiliser le public aux sciences de la Terre et aux enjeux environnementaux. De nombreuses caractéristiques sont répertoriées dans

Carte 18 : Sites recensés au titre de l'inventaire du patrimoine géologique national en Ile-de-France



la base de données de l'inventaire comme la localisation, la typologie, le niveau d'accessibilité, l'état de préservation, l'intérêt géologique, les facteurs de vulnérabilité, ou encore les protections existantes.

Sur les quelques 126 sites inventoriés en 2023 en Ile-de-France, une quinzaine s'inscrit dans des anciennes carrières souterraines (carte 18 ci-contre).

Tableau 4 : Anciennes carrières souterraines inventoriées à l'INPG en Ile-de-France (2023)

Référence	Nom	Rareté	Superficie
IDF0000	La craie turo-coniacienne des carrières du Grand-Val à Port-Villez	Régionale	4,5 ha
IDF0003	Le calcaire lutétien des carrières souterraines des Catacombes de Paris	Nationale	0,5 ha
IDF0004	Le calcaire lutétien des carrières souterraines des Capucins à Paris (Hôpital Cochin)	Départementale	6,0 ha
IDF0005	Le calcaire lutétien des carrières souterraines du musée du Vin à Paris	Départementale	0,01 ha
IDF0006	Le calcaire lutétien des carrières souterraines du Val de Grâce et de la Maison de Géologie à Paris	Régionale	6,7 ha
IDF0007	Le calcaire lutétien des carrières du chemin de Port-Mahon à Paris	Régionale	0,25 ha
IDF0024	Le calcaire lutétien des anciennes carrières de la Brasserie à Paris (bois de Vincennes)	Régionale	7,2 ha
IDF0030	La craie campanienne, le calcaire danien et les dépôts sparnaciens des carrières de Meudon	Nationale	6,0 ha
IDF0032	Le calcaire lutétien de la carrière souterraine Delacroix à Ivry-sur-Seine	Départementale	1,7 ha
IDF0033	Le calcaire lutétien des carrières souterraines sous le fort d'Ivry-sur-Seine	Régionale	20,0 ha
IDF0055	Le calcaire lutétien des carrières souterraines sous le Jardin des Plantes (MNHN)	Départementale	5,0 ha
IDF0066	Le calcaire danien des carrières souterraines d'Ambleville	Régionale	9,2 ha
IDF0072	Le gypse et marnes Ludiens des carrières souterraines de Saint-Pierre à Gagny	Régionale	17,0 ha
IDF0121	Le Lutétien des carrières souterraines situées sur les versants de la vallée de la Mauldre	Régionale	4,8 ha
IDF0129	Le calcaire lutétien des carrières souterraines de Gaillon à Conflans-Sainte-Honorine et à Herblay	Régionale	20,0 ha

Le principal intérêt géologique de ces sites relève de la stratigraphie (étude de la succession des différentes couches géologiques). Ces sites permettent l'observation des affleurements et faciès sédimentaires des étages géologiques qui sous-tendent les territoires de l'Ile-de-France, et peuvent revêtir un intérêt paléontologique avec la présence de gîtes fossilifères, mais aussi hydrogéologique (observation des nappes souterraines).

La plupart de ces sites relève d'un intérêt régional ou départemental, mais deux sites sont reconnus d'intérêt national pour leur patrimoine géologique :

- Les catacombes : les carrières souterraines qui accueillent les catacombes sont le seul site permettant d'observer, dans de parfaites conditions d'affleurement, l'ensemble des faciès sédimentaires du Lutétien de Paris. La coupe historique du « Bain de pieds des carriers », située dans la région stratotypique (affleurement qui sert de référence pour définir un étage géologique) du Lutétien, est exceptionnelle. En effet, la coupe géologique de ces terrains, identifiée au début du XIX^{ème} siècle et toujours en vigueur, a servi de référence internationale pour définir une tranche de temps de l'histoire de la Terre entre 48 et 40 millions d'années avant notre ère. En 2013, une exposition « La mer à Paris, il y a 45 millions d'années » présente aux visiteurs l'histoire du Lutétien et des carrières souterraines de Paris.
- Les carrières de Meudon sont les seuls sites de la région où peut être observée la série stratigraphique allant du Campanien au Sparnacien Inférieur. « La succession des différents niveaux stratigraphiques montrent des faciès sédimentaires associés à des environnements de dépôts variés. On passe de faciès marins à continentaux. L'étude précise de ces faciès, mais aussi des contacts Crétacé/Paléocène et Danien/Sparnacien permettent de bien comprendre les cycles de régression et de transgression qui ont eu lieu dans le bassin de Paris du Campanien au

Sparnacien inférieur. La combinaison de tous ces phénomènes géologiques montre que ce site est d'intérêt national ».

Plusieurs niveaux fossilifères (macrofaune et microfaune) sont également observables. Le conglomérat de Meudon a révélé une faune de vertébrés exceptionnels (poissons, amphibiens, lézards, crocodiles, oiseaux et mammifères).

A l'exception de quelques sites ouverts au grand public (catacombes ou musée du Vin), ces anciennes carrières ne sont accessibles qu'à un public de spécialistes et de chercheurs. Quelques sites font cependant l'objet de travaux de restauration, d'aménagement et de mise en valeur du patrimoine souterrain par des associations locales pour permettre leur reconnaissance et leur visite à un public restreint comme la carrière des Capucins à Paris (association SEADACC pour la création d'un écomusée de la pierre et des carrières) ou la carrière Delacroix à Ivry-sur-Seine (association OCCRA).

Au-delà de leur dégradation naturelle par vieillissement, les principaux risques qui pèsent sur ces anciennes carrières reconnues d'intérêt scientifiques résultent des dégradations et du vandalisme par des intrusions non autorisées dans les galeries souterraines et des travaux de mise en sécurité qui peuvent conduire au remblaiement des cavités.



Les Catacombes de Paris

Crédit : Gautier Deblonde / Paris Musées

5.2.4. Patrimoine naturel et biodiversité

Les conditions d'obscurité et d'humidité, la stabilité des températures... qui caractérisent les milieux des anciennes carrières souterraines en font des espaces favorables à l'implantation de certaines espèces animales spécifiques, notamment de chauves-souris.

La carrière du Puiset est une rare ancienne carrière souterraine de sable de Fontainebleau servant à la confection du verre, s'étendant sur près de deux hectares sur la commune de Larchant (77). Cette carrière abrite pendant les mois d'hiver le plus important site d'hibernation de chauves-souris d'Ile-de-France. Près de 300 spécimens de cinq à six espèces y ont été recensés. Acquis par Pro-Natura Ile-de-France (Conservatoire des espaces naturels en Ile-de-France), cette ancienne carrière fait l'objet depuis décembre 2000 d'un Arrêté préfectoral de protection de biotope et est intégrée au réseau européen Natura 2000.

L'accès aux galeries est maintenant fermé, des aménagements (grilles avec vidéo-surveillances) ont été mis en place afin de protéger les chauves-souris et le patrimoine industriel encore présent, mais aussi pour des raisons de sécurité.



Carrière de sables de Fontainebleau du Puiset, Seine-et-Marne.



Carrière souterraine dite cave-carrière Delacroix, Coupole tronconique. Ivry-sur-Seine, Val de Marne
Crédit : Stéphane Asseline, Région Île-de-France

5.3 PROTEGER ET VALORISER

Si les zones sous-minées sont reconnues et cartographiées sur une grande partie du territoire régional, c'est d'abord au regard des risques qu'elles peuvent occasionner sur les terrains sus-jacents. En revanche, ces anciennes carrières ne font l'objet que de très peu d'inventaires et d'études au regard de leur intérêt patrimonial qu'il soit archéologique, architectural, historique ou scientifique. Face aux pressions qui s'exercent pour la mise en sécurité de nombreux sites, pour des projets d'aménagement urbains (constructions) ou d'espaces ouverts, les solutions de comblement partiel ou total, le plus souvent prônées au regard des coûts et des exigences de sécurité, se traduisent inévitablement par la perte de ce patrimoine. En l'absence d'une réelle politique de valorisation de ces espaces en Ile-de-France, une réflexion mériterait d'être engagée, pour d'une part identifier les acteurs à associer (universitaires, sociétés géologiques, Muséum d'histoire naturelle, Inspections générales des carrières, BRGM, historiens, associations de protection et de valorisation...), et d'autre part, construire une méthodologie pour qualifier, hiérarchiser l'intérêt des sites d'anciennes carrières souterraines et permettre éventuellement leur protection et leur préservation.

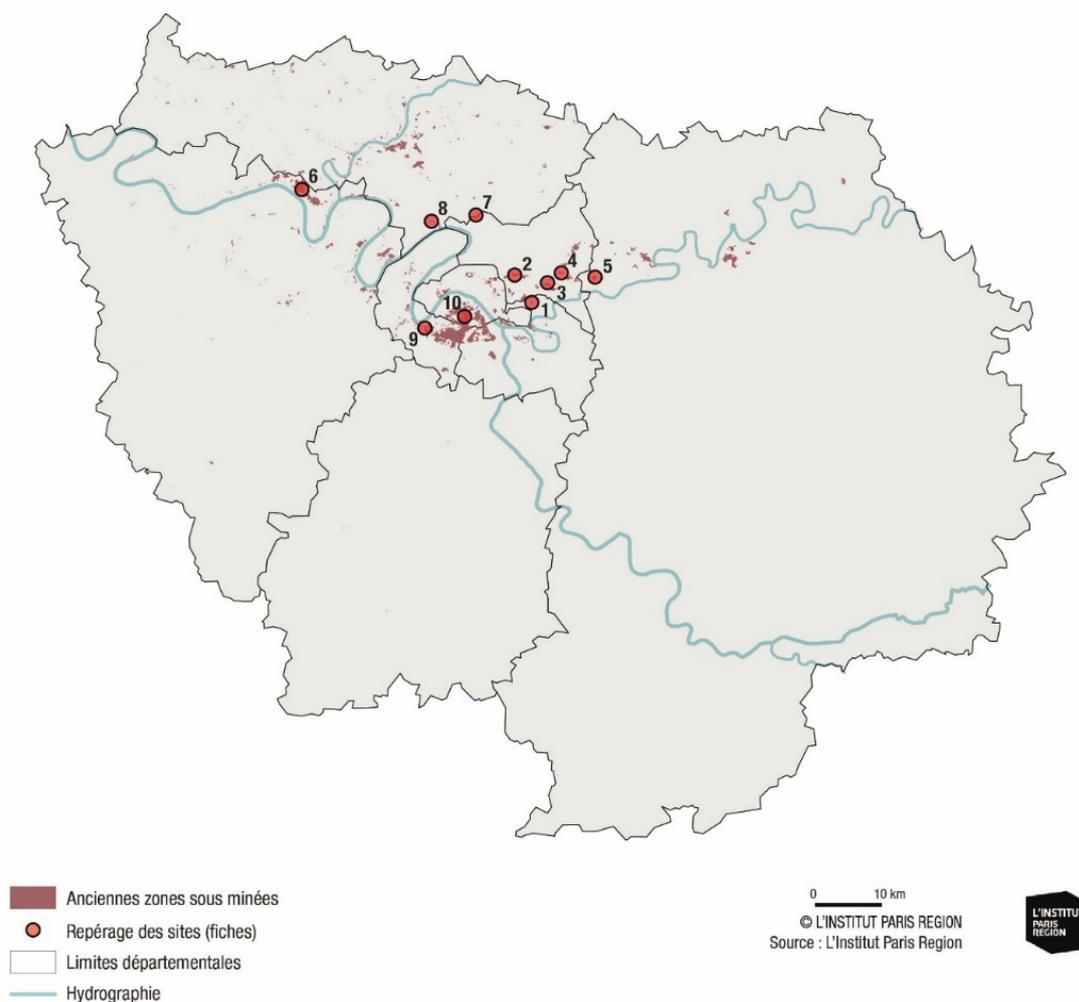
Si l'accès aux sites d'anciennes carrières reste principalement destiné à des publics restreints de chercheurs ou d'historiens, la question de l'ouverture au grand public de certains sites pourrait également se poser. Très peu de sites d'anciennes carrières sont aujourd'hui accessibles en Ile-de-France. Le processus de dégradation qui affecte ces espaces constitue un frein important à leur valorisation. Cette valorisation, au travers notamment de leur accès au grand public, se heurte à de nombreuses contraintes techniques et financières pour répondre aux exigences de mises en sécurité. L'ouverture au public des espaces souterrains reste en effet soumise à des cahiers des charges très lourds pour répondre aux multiples enjeux et normes de sécurité des Etablissements recevant du public (ERP), plus complexes et souvent coûteuses : accessibilité au site et issues de secours, circulation des visiteurs dans des espaces souvent contraints, ventilation et circulation d'air... auxquelles s'ajoutent les questions relatives aux travaux de mises en sécurité des galeries, mais aussi de gestion, de contrôle et d'entretien dans le temps de ces espaces.

Le monde souterrain présente pourtant un fort potentiel d'attractivité pour le grand public comme en témoigne la fréquentation des nombreux sites naturels (grottes, gouffres...), mais aussi d'origine anthropique (anciennes mines, carrières, souterrains...) qui jalonnent le territoire national. De nombreux sites connaissent des fréquentations importantes : 180 000 visiteurs annuels sur le Centre historique minier de Lewarde (59), 12 000 visiteurs dans les souterrains de Laon (02), 40 000 à 50 000 pour la Cité souterraine de Naours (80), plus de 600 000 visiteurs annuels dans la Carrière des Lumières (anciennes carrières de calcaire) des Baux de Provence (13). A Paris, près de 590 000 personnes ont visité les Catacombes en 2022 qui se positionnent parmi les 25 sites touristiques les plus fréquentés dans le Grand Paris. L'intérêt peut ainsi résider dans le témoignage d'une activité artisanale ou industrielle passée relative à l'exploitation des matériaux, mais aussi dans le potentiel qu'offrent ces espaces vers de nouveaux usages (espaces évènementiels...).

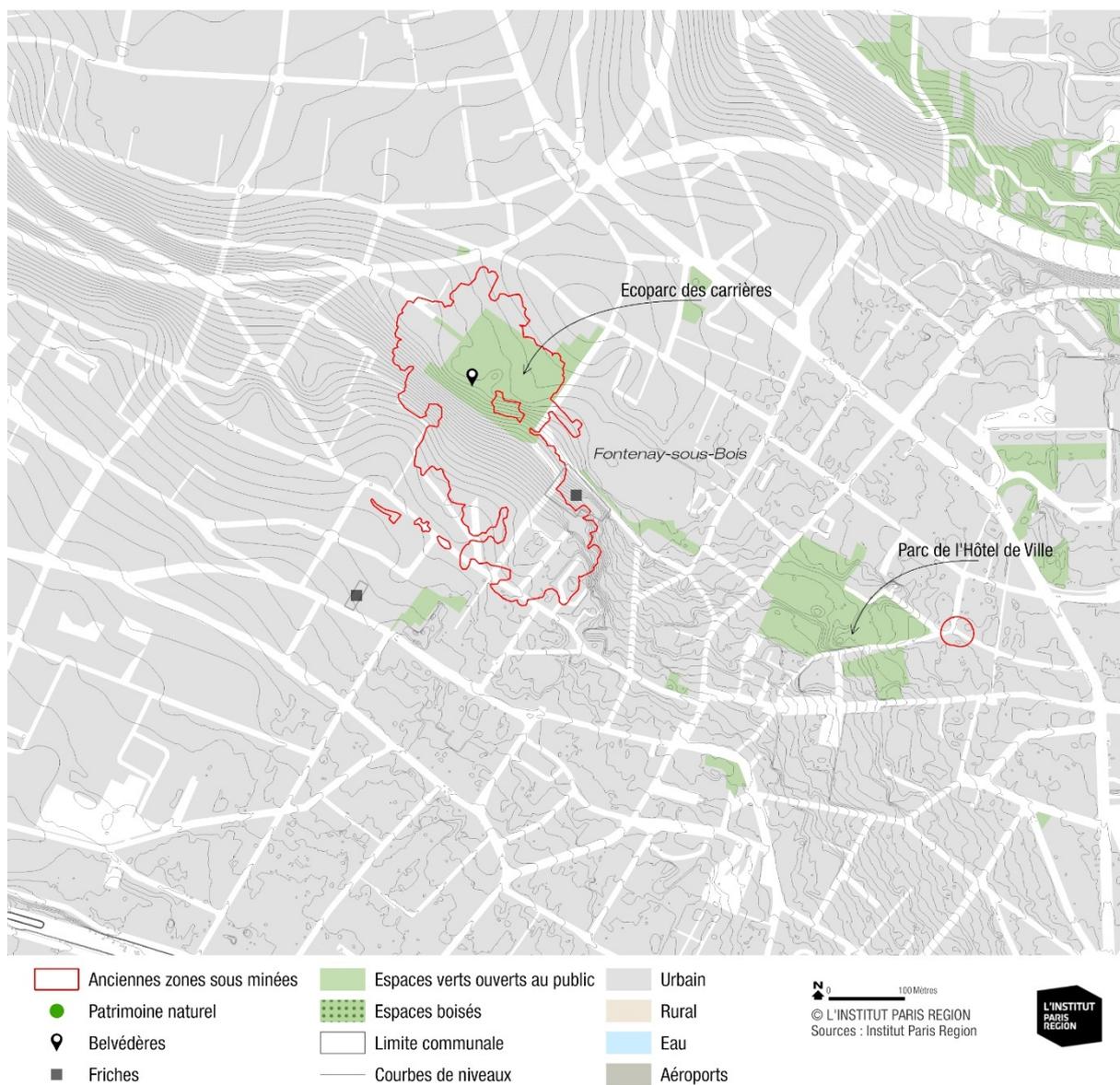
6. FICHES DE SITES

Les fiches présentées ici relatent différents exemples de projet d'aménagement, réalisés ou en cours, d'anciens sites de carrières souterraines sur le territoire francilien. La plupart des cas présentés sont des projets de parcs et d'espaces verts situés sur d'anciennes exploitations souterraines de gypse. L'exemple de Meudon illustre un projet sur une ancienne exploitation de craie et celui des Capucins, un projet de préservation du patrimoine historique et géologique sous Paris dans une ancienne exploitation de calcaire grossier.

- 6.1 L'Ecoparc des carrières René Dumont. Fontenay-sous-Bois (Val de Marne)
- 6.2 L'Île de Loisirs de la Corniche des Forts. Romainville, Pantin, Les Lilas, Noisy-le-Sec (Seine-Saint-Denis)
- 6.3 Le parc « nature » du Plateau d'Avron et le parc des Côteaux d'Avron. Rosny-sous-Bois, Neuilly-Plaisance (Seine-Saint-Denis)
- 6.4 Les carrières de Gagny et de la Fosse Maussoin (Clichy-sous-Bois) (Seine-Saint-Denis).
- 6.5 La colline du Sempin et la Montagne de Chelles (Seine-et-Marne), Montfermeil (Seine-Saint-Denis)
- 6.6 Massif de l'Hautil (Yvelines, Val d'Oise)
- 6.7 La Butte Pinson. Montmagny (Val d'Oise)
- 6.8 La Butte des Châtaigniers (Val d'Oise)
- 6.9 Les carrières de Meudon (Hauts-de-Seine)
- 6.10 Les anciennes carrières de Calcaire grossier du sud de Paris : carrières des Capucins (Paris 14^{ème}), carrières du chemin de Port-Mahon (Paris 14^{ème}), carrières du Val-de-Grâce (Paris 14^{ème}), carrières de la Brasserie (Paris 12^{ème}), le musée du Vin (Paris 16^{ème}), les catacombes de Paris (Paris 14^{ème}).



6.1 L'Ecoparc des carrières René Dumont. Fontenay-sous-Bois (Val de Marne).



Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Aménagement d'un parc après mise en sécurité
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Zonage non réglementaire
Date ouverture site	2013
Superficie	2,2 hectares
Maitrise d'ouvrage	Commune de Fontenay-sous-Bois
Maitrise d'œuvre	Atelier Cepage (paysagiste), Botte Fondations (comblements), Rincant BTP
Acteurs/partenaires	Conseil départemental du Val de Marne, Région Ile-de-France
Coût et financement	259 €/m ² soit 5,9 M € (financés par le Conseil départemental du Val-de-Marne, la Région Île-de-France (2,2 M€ chacun) et Fontenay-sous-Bois)
Inscription stratégique	Coulée verte, Parc des Hauteurs, Espace vert et de loisirs d'intérêt régional à créer (SDRIF)
Atouts	Point de vue, biodiversité, patrimoine historique
Freins / Blocages	Coût sécurisation pour ouverture au public. Les 2/3 des travaux réalisés concernent la sécurisation du site (comblement partiel + géogrille)



Ecoparc René Dumont

Crédit : Corinne Legenne / L'Institut Paris Region

Le site de l'Écoparc « René Dumont » s'inscrit sur une ancienne exploitation de gypse datant du 18^{ème} siècle, située dans un environnement très urbanisé. A l'origine à ciel ouvert, les procédés d'exploitation évoluent à partir du 19^{ème} siècle. Le gypse est alors extrait en souterrain selon la technique des galeries et piliers tournés, avant d'être acheminé dans l'usine adjacente pour être transformé en plâtre. L'exploitation prend fin au début du 20^{ème} siècle en raison de l'impossibilité d'étendre la carrière sans mettre en péril les habitations alentours. Le site est alors plus ou moins laissé à l'abandon, servant tour à tour d'entrepôt pour les terres excavées de la prolongation de la ligne 1 du métro parisien en direction de Château de Vincennes (1934), puis de décharge publique. Le site reste ainsi inexploité pendant presque cinquante ans en raison des risques importants de fontis. Malgré quelques projets comme la construction d'un terrain de sport en 1943, le site devient une friche où la nature reprend ses droits.

L'ambition d'une coulée verte reliant les différents parcs de la ville à l'ancienne carrière naît en 1975. En 1984, la commune acquiert une partie du site qui sera classé en espace vert au POS en 1986. Les techniques de sécurisation pour une ouverture au public, trop onéreuses, ont pendant longtemps ralenti le projet. Plusieurs projets se succèdent menant à celui de l'Écoparc actuel qui ouvre en 2013, après 18 mois de travaux.

Après arasement complet du terrain sur une épaisseur de 1,50 m, qui a nécessité la destruction du couvert végétal, le sous-sol a été partiellement comblé par injection (20 000 m³ de coulis) pour sécuriser la zone ouverte au public et servir de point d'ancrage aux géogrilles. Le comblement total n'a pas été réalisé en raison notamment du coût. La technique de géogrilles utilisée est la même que celle du parc des Lilas à Vitry-sur-Seine. Ce dispositif n'empêche pas la formation de fontis, mais assure la sécurité en cas d'effondrement. Le coût de la sécurisation représente les deux tiers du montant total de l'aménagement.

La mise en sécurité du site est à l'origine du choix des aménagements. Dans le parc, certains espaces pentus et boisés, non totalement sécurisés, ont été clôturés afin de limiter l'accès au public. La biodiversité peut ainsi s'y développer. Le patrimoine historique et le passé d'exploitation du gypse sont rappelés par la présence de plusieurs éléments disséminés dans le parc (porte d'entrée en pierre de taille représentant le gabarit d'une galerie de carrière, mobiliers rappelant les outils utilisés par les carriers, etc.). Le parc offre également un point de vue sur le bois de Vincennes et le sud-est de l'agglomération centrale.

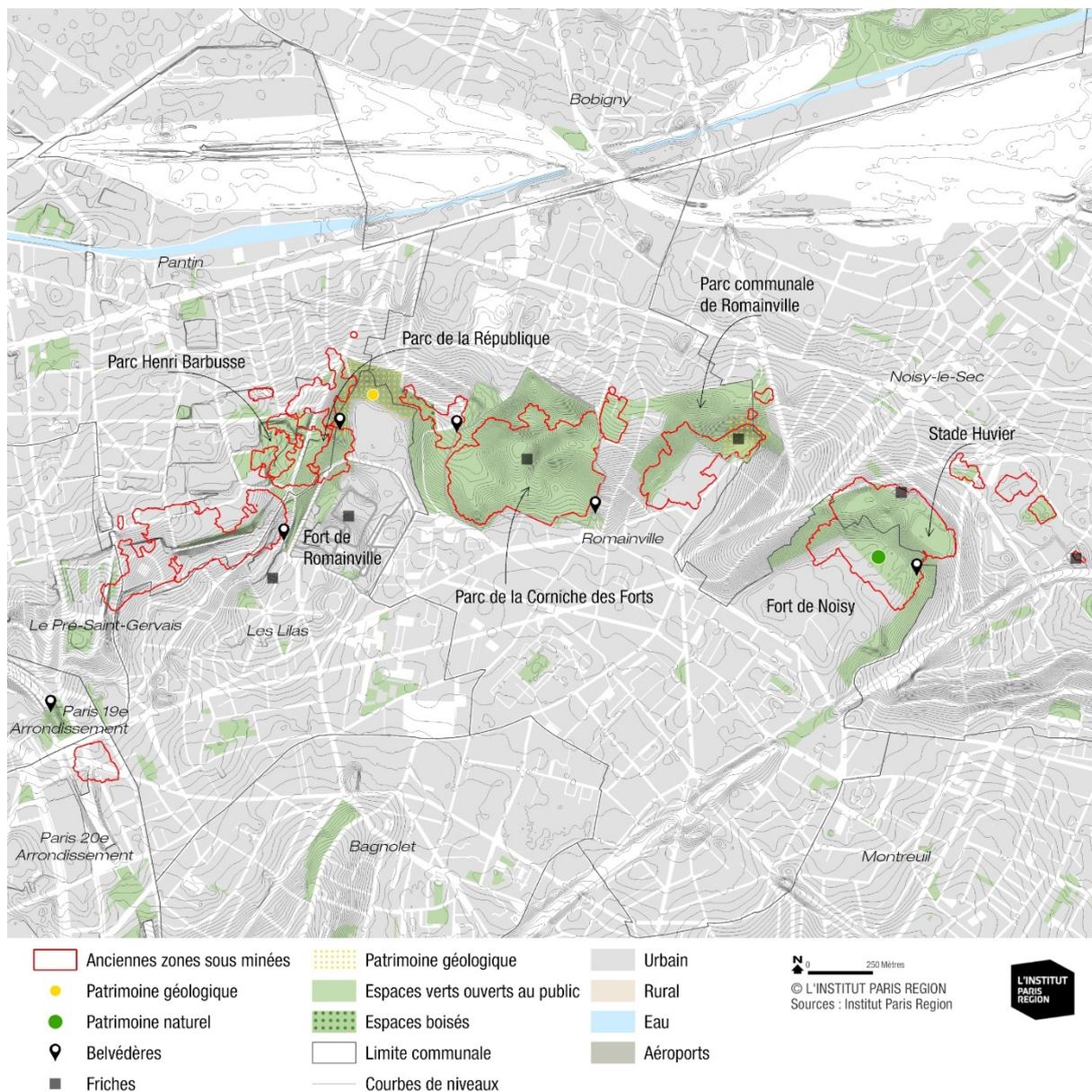
Le projet s'inscrit comme l'un des maillons de la coulée verte sur la commune, qui va du Parc des Beaumonts à Montreuil (également aménagé sur d'anciennes carrières) vers le parc de l'Hôtel-de-Ville et le talus des Grands-Chemins. Il s'inscrit également dans le projet de Parc des Hauteurs (cf. encadré).

Un projet d'extension du parc, porté par la ville, est en réflexion au sud du site. Il s'agit d'un projet de renaturation sur 2,5 hectares. Les acquisitions foncières sont portées par la SPL Marne au Bois. La commune ambitionne une ouverture pour fin 2025.

Sources :

- Institut Paris Region, *Carnet pratique du SDRIF, Redécouvrir la nature en ville, 2015*
- Commune de Fontenay-sous-Bois : <https://archives.fontenay-sous-bois.fr/>
- L'observatoire CAUE : <https://www.caue-observatoire.fr/ouvrage/eco-parc-des-carrieres/>

6.2 L'Île de Loisirs de la Corniche des Forts. Romainville, Pantin, Les Lilas, Noisy-le-Sec (Seine-Saint-Denis)



Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Aménagement d'un parc urbain dans espace boisé après mise en sécurité
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	PPR mouvements de terrains de Romainville (octobre 2001) PPR mouvements de terrains de Pantin/Les Lilas/Le Pré St-Gervais (juillet 2023)
Date ouverture site	2021
Superficie	Ile de loisirs de la Corniche des Forts : 64 ha, dont 20 ha de zones sous-minées. Travaux de mise en sécurité sur 8 hectares (comblement, injection + pose de géogrilles) pour 4,5 ha accessibles au public.
Maitrise d'ouvrage	Région Île-de-France, Grand Paris Aménagement (déléguee)
Maitrise d'œuvre	Ilex paysage + urbanisme (mandataire), Egis
Acteurs/partenaires	Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis Communes de Romainville, de Pantin, de Noisy-le-Sec et des Lilas. La Région est propriétaire du site. Son fonctionnement est géré par le Syndicat mixte d'études et de gestions (Smeg) regroupant le CD93, la Région, Est-Ensemble et les communes.
Coût et financement	15 M € HT travaux
Inscription stratégique	Parc des Hauteurs
Atouts	Point de vue belvédère sur la Plaine de France Biodiversité
Freins / Blocages	<ul style="list-style-type: none"> - Controverse/opposition population locale au projet pour préservation du bois. - Culture du risque/pédagogie auprès des habitants



Ile de Loisirs de la Corniche des Forts sur les anciennes carrières de Romainville

Crédit : Eric Garault/ L'Institut Paris Region

Le bois de la Corniche des Forts s'étend sur une vingtaine d'hectares sur le plateau de Romainville en Seine-Saint-Denis. Le gypse y a été exploité dans des carrières à ciel ouvert et en souterrain jusque dans les années 1960, principalement par la méthode des piliers tournés. En fin d'exploitation, les carrières ont souvent été abandonnées sans remblayage ou ont subi un foudroyage afin de provoquer l'effondrement et la disparition des vides. Cependant, foudroyées ou non, ces anciennes carrières constituent un risque pour la stabilité des sols. Les vides présents sur le secteur peuvent aussi être d'origine naturel (dissolution du gypse). La fragilité des sols et la fermeture au public du site ont favorisé la reconquête par la végétation et une grande biodiversité.

Dans les années 1990 émerge l'ambition d'un projet pour ce site situé dans un contexte très urbanisé et de pression foncière. En 1993, le projet régional de base de loisirs de la Corniche des forts est adopté autour de cette réserve foncière inconstructible. La friche, appartenant à un exploitant, a été rachetée en partie par la commune et le reste par une société privée. Un projet immobilier portée par la société fut avorté en raison du coût de financement de travaux de mise en sécurité exigés par l'IGC Paris. Classé à l'époque en zone non constructible dans le POS, ce secteur constituait déjà une réserve foncière que la ville souhaitait acquérir en totalité.

En 2000, le Conseil Régional crée l'Île de Loisirs de la Corniche des Forts (ex-projet de base de loisirs). Ce projet de liaison verte, qui s'inscrit dans le projet de Parc des Hauteurs, s'étend sur 64 hectares entre les communes de Romainville, Les Lilas, Pantin et Noisy-le-Sec, avec la particularité de nécessiter de lourds travaux de sécurisation et comblement, puisque situé sur d'anciennes zones de carrières de gypse. Sur ces 64 hectares, la moitié est fermée au public en raison de la présence de zones sous-minées. De premiers travaux de sécurisation débutent entre 2007 et 2016 (injections de coulis, comblement, pose de géogrilles) avec l'ambition d'ouvrir 12 hectares. En 2017, la Région décide de réduire l'ambition de ces travaux d'aménagement à 8 hectares, dont 4,5 hectares seront accessibles au public. En 2021, la Corniche des Forts ouvre sa promenade écologique. Il s'agit d'un aménagement de promenade avec des zones d'observation de la faune et de la flore (passerelle immersive), des espaces inaccessibles au public (afin de préserver la biodiversité et limiter l'expansion d'espèces dites invasives), une aire de jeux pour les enfants, des prairies et des équipements sportifs.

Estimé à près de 15 millions d'euros, les travaux se sont divisés en trois phases : défrichage, comblement et aménagement.

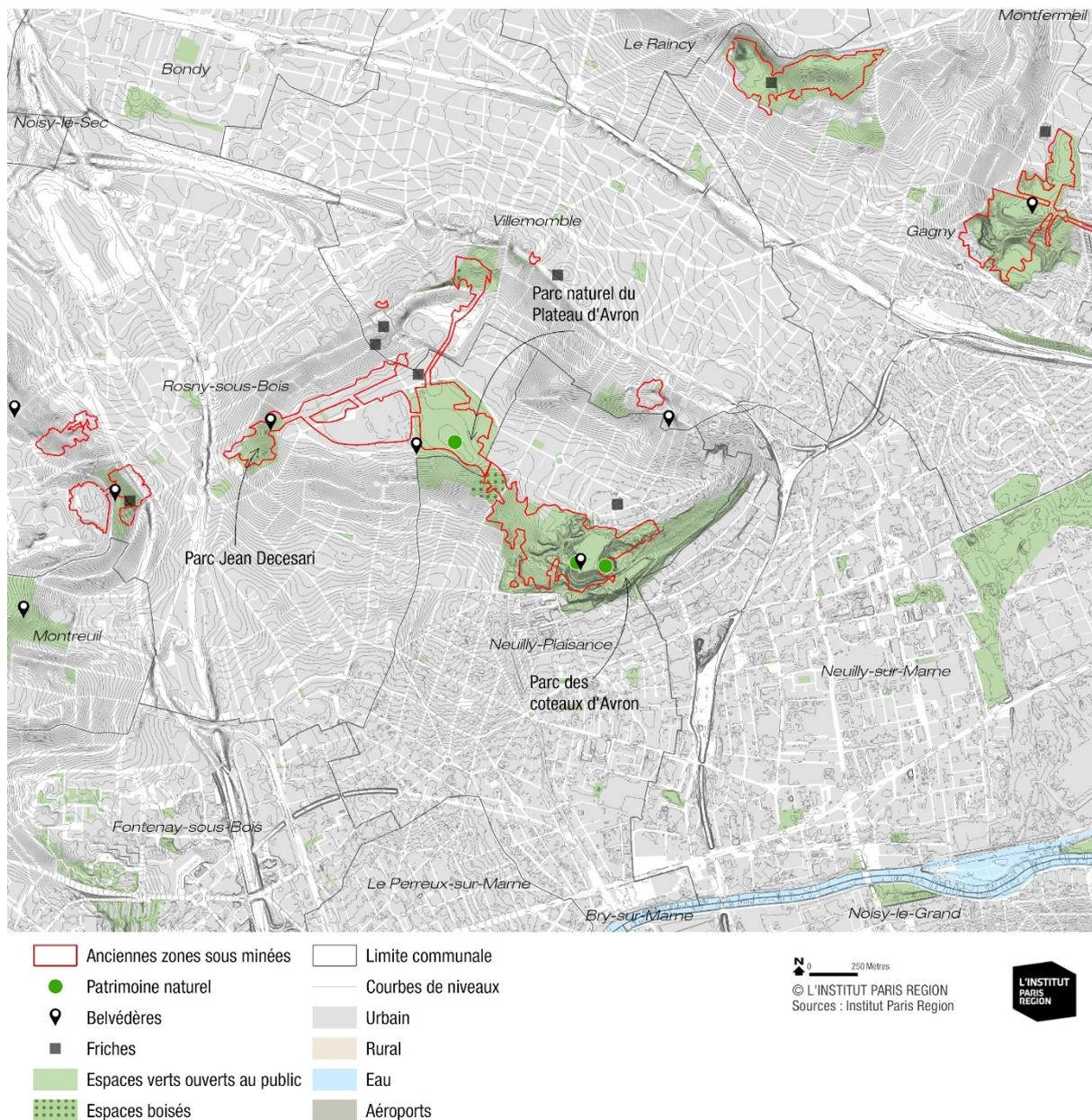
Une forte opposition locale au projet s'est manifestée avec des arguments de non-préservation de la biodiversité et de destruction des sols.

Le projet de la Corniche des Forts s'inscrit dans le projet de Parc des Hauteurs.

Sources :

- Yvette Veyret, Sara Bouchon, *Les risques liés aux carrières souterraines. Diversité des réponses et aménagement en Île-de-France, Annales de géographie, n°626, 2002.*
- PPR mouvement de terrain de Romainville
- Ville de Romainville : <https://www.ville-romainville.fr/>
- La Corniche des forts : <http://www.lacornichedesforts.fr/>

6.3 Le parc « nature » du Plateau d'Avron et le parc des Côteaux d'Avron. Rosny-sous-Bois, Neuilly-Plaisance (Seine-Saint-Denis)



Le plateau d'Avron est une butte témoin du plateau de Brie qui s'étend entre Rosny-sous-Bois et Neuilly-Plaisance. Le site fait environ 76,6 hectares. Le gypse y a été exploité dans d'anciennes carrières souterraines jusqu'à la moitié du 20^{ème} siècle. Certaines galeries furent utilisées quelques temps en champignonnières. Laissées à l'abandon pendant plusieurs années en raison de son caractère dangereux, le site a été épargné de l'urbanisation. Il présente plusieurs intérêts comme espace ouvert accessible au public (espaces verts), mais aussi pour la présence d'une riche biodiversité. A ce jour, deux parcs sont accessibles au public avec l'ambition de les relier : le parc des coteaux d'Avron à l'Est et le parc naturel du plateau d'Avron à l'Ouest.

Le Parc des Coteaux d'Avron (Est)

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Aménagement d'un parc nature
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Zonage non réglementaire
Date ouverture site	1999
Superficie	31 hectares
Maitrise d'ouvrage	Commune de Neuilly-Plaisance
Maitrise d'œuvre	Ilex paysage + urbanisme (mandataire), Egis
Acteurs/partenaires	ANCA
Inscription stratégique	Grand parc des trois plateaux de l'Est parisien, inscrit au SDRIF comme espace de loisirs d'intérêt régional à créer Parc des Hauteurs
Atouts	Point de vue sur la vallée de la Marne Biodiversité



Parc des Coteaux d'Avron

Crédit : Mairie de Neuilly-Plaisance

Il s'agit d'anciennes carrières de gypse exploitées jusqu'à la moitié du XX^{ème} siècle. Laissées à l'état de friche, la nature s'est progressivement réinstallée offrant un espace d'une grande biodiversité. Dans les années 1990, la commune de Neuilly-Plaisance remblaya progressivement le site avec des terres inertes et le parc des Coteaux d'Avron de 31 hectares ouvre en décembre 1999. Il présente différents dispositifs d'aménagement comme des aires de jeux pour enfants, des pistes cyclables, un parcours sportif, etc. Le plateau d'Avron est classé en zone Natura2000 et en ZNIEFF de type 1 pour

la richesse de sa biodiversité. Entre 1988 et 1989, deux arrêtés de protection de biotope (APPB) sont pris à la demande de l'ANCA (association des Amis naturalistes des coteaux d'Avron) par la préfecture de la Seine-Saint-Denis : le premier pour protéger le biotope des Mares sur une zone humide pour des espèces d'amphibiens au nord du parc, le second sur la zone Est qui concerne des espèces végétales (biotope des Alisiers). Ces deux secteurs sont fermés au public.

En 2005, les villes de Rosny-sous-Bois et Neuilly-Plaisance ont créé un syndicat intercommunal pour développer et gérer l'Espace Naturel Sensible (ENS) du plateau d'Avron. A terme, l'objectif est de relier le parc des Coteaux d'Avron au parc Nature du Plateau d'Avron.

Le Parc Nature du Plateau d'Avron (Ouest)

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Aménagement d'un parc nature
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Zonage non réglementaire
Date ouverture site	Mai 2022
Superficie	11 hectares
Maitrise d'ouvrage	EPT Grand Paris Grand Est
Maitrise d'œuvre	Atelier Cepage (paysagiste), ESIRIS (BET pollution et géotechnique), INGSPACE
Acteurs/partenaires	Ville de Rosny-sous-Bois (gestion), CD93, Métropole du Grand Paris, Région Île-de-France, ANCA, ADSEPA
Coût et financement	5 millions d'euros HT (dont 600 000 euros Région IDF + 500 000 euros MGP)
Inscription stratégique	Grand parc des Trois plateaux de l'Est parisien, espace vert et/ou de loisirs d'intérêt régional à créer (SDRIF-E)
Atouts	Point de vue sur la Plaine de France Biodiversité (Natura 2000)



Parc Nature du Plateau d'Avron, promenade sur pontons surélevés

Crédit : Sébastien Champeaux / Ville de Rosny-sous-Bois

Laissé à l'état de friche pendant plusieurs années, accueillant une riche biodiversité (avifaune avec présence de Pie-grièche écorcheur, Bondrée apivore), le site est classé Natura2000 (prairies calcicoles, zones humides...).

En 2013, la ville de Rosny-sous-Bois envisage l'aménagement d'un parc intercommunal en lien avec le Parc des coteaux d'Avron sur ce terrain en friche propriété de la Société Siniat (Lafarge). Après son rachat, la ville mandate une équipe de maîtrise d'œuvre pour la conception du projet de parc en 2017. En 2018, une procédure de déclaration d'utilité publique (DUP) est réalisée afin d'assurer la maîtrise foncière du site. Les travaux débutent en 2019 et la phase 1 est inaugurée en mai 2022.

Le projet de parc de 11 hectares se situe dans un site naturel plus vaste de 76 hectares environ à cheval entre Rosny-sous-Bois et Neuilly-Plaisance. Le parc se situe dans l'OAP trame verte du PLU de la ville de Rosny-sous-Bois. Il fait partie du maillon de la trame écologique des coteaux et vallées de l'Est parisien. Les usages du parc ont été définis en fonction de la présence des zones sous-minées. Ainsi, une grande zone centrale a été sanctuarisée et délimitée par des ganivelles pour préserver la biodiversité, mais aussi parce qu'il s'agissait de la partie la plus fragile et ainsi éviter l'utilisation abusive de géogrilles. Pour les zones accessibles au public, des géogrilles ont été mises en place pour limiter le risque. Il s'agit de géotextile très résistant, placé sous terre capable de retenir la masse du sol en cas d'effondrement. Le parc dispose une tour d'observation d'une hauteur de 7 mètres. Plusieurs dispositifs d'aménagements ont été installés comme des pontons surélevés pour limiter l'impact sur les sols, des aires de jeux pour enfants, un parcours sportif et de l'écopaturage (moutons) dans l'espace sanctuarisé.

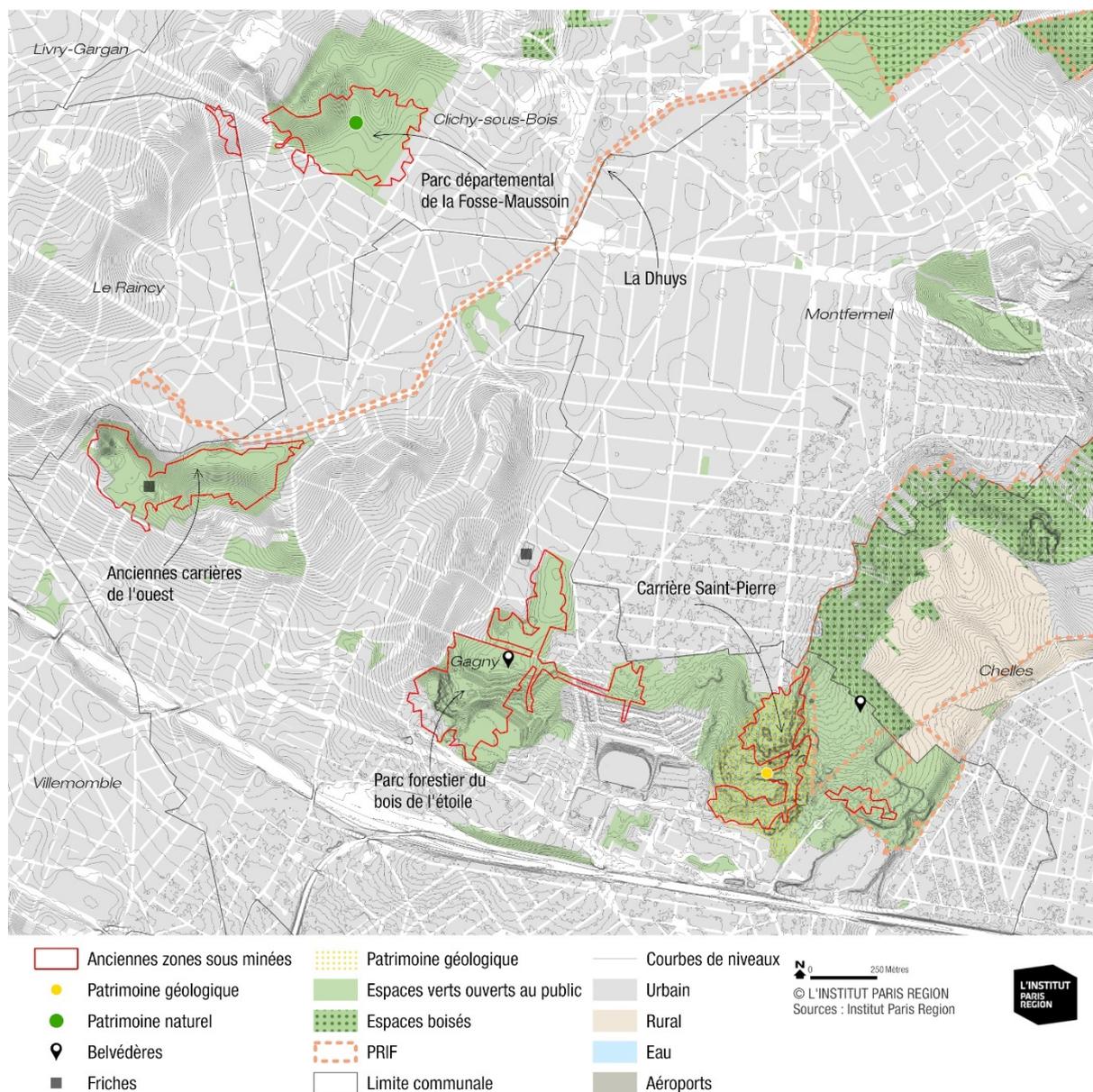
A terme, l'objectif est de relier le parc au parc des Coteaux d'Avron à l'Est. La phase 2 est prévue pour 2024.

Ce site est inscrit au SDRIF-E comme espace de loisirs d'intérêt régional à créer.

Sources :

- <https://www.endema93.fr/fr/biodiversite-nature/espaces-naturels-et-jardins-de-notre-territoire/parc-des-coteaux-d-avron.html>
- ANCA : <http://www.anca-association.org/lanca/petite-histoire-des-coteaux-davron/>
- <https://www.caue93.fr/ressources-documentaires/actualites-de-l-architecture/parc-du-plateau-d-avron-a-rosny-sous-bois>

6.4 Les carrières de Gagny et de la Fosse Maussoin (Clichy-sous-Bois). (Seine-Saint-Denis).



La commune de Gagny s'inscrit sur une butte témoin qui s'étend de Belleville à l'ouest vers Gagny et de Gagny vers Vaujours à l'est. Trois anciennes carrières de gypse s'étendent sur environ 45 hectares du territoire communal. Les vides présents d'origine naturelle (due à la dissolution du gypse par l'eau) ou anthropique (liés à l'exploitation du gypse en carrières souterraines) engendrent des désordres en surface.

L'exploitation du gypse à Gagny remonte au Moyen Age. C'est à partir du milieu du XIX^{ème} siècle que l'activité s'étend, en carrière souterraine sur le versant sud des buttes par la méthode des piliers tournés. L'exploitation cesse dans les années 1960. Les carrières ont souvent été abandonnées sans remblayage ou ont subi des foudroyages afin de faire disparaître les vides. Cependant, certains subsistent et représentent un risque pour la stabilité des sols avec la formation de fontis, de zones d'effondrement généralisé, de chutes de blocs et de glissements de terrain.

Carrières de l'Ouest ou carrière « Marto ». Gagny (Seine-Saint-Denis).

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Projet d'espace naturel
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Plan de prévention des risques naturels « mouvements de terrains » de Gagny (mai 2013)
Date ouverture site	Ouverture prévue en 2025
Superficie	14 hectares
Maitrise d'ouvrage	Ville de Gagny
Acteurs/partenaires	Région Ile-de-France
Coût et financement	18 millions d'euros (Coût prévisionnel des travaux de sécurisation, financés en partie par le Fonds Barnier (3,6 millions), la Dotation de soutien à l'investissement local (4,3 millions) et la Région Ile-de-France (2,2 millions))
Inscription stratégique	Grand parc des trois plateaux de l'Est parisien, espace vert et/ou de loisirs d'intérêt régional à créer (SDRIF-E)
Atouts	Biodiversité, Fronts de tailles



Crédit : Ville de Gagny

La carrière de l'Ouest a été exploitée sur environ 10 hectares pour son gypse avant d'être utilisée comme champignonnière. A l'arrêt des activités, la nature y a repris ses droits. Le site est devenu un réservoir de biodiversité avec selon l'ANCA, plus de 200 espèces végétales, des arbres remarquables, 19 espèces d'oiseaux, 2 espèces de reptiles protégés et 11 espèces de chiroptères.

Propriété privée (entreprise Marto), le site a ensuite été utilisé comme lieu de stockage de matériaux/gravats issus de la construction. Un projet immobilier de 1 750 logements est finalement abandonné en 2020 par arrêté du préfet de Seine-Saint-Denis. La ville de Gagny acquiert alors le site après l'abandon définitif du projet.

La municipalité porte alors un projet de parc nature avec des zones inaccessibles au public. Le projet propose de conserver la partie arborée et de tracer des sentiers pour permettre au public de s'y promener. L'autre partie sera aménagée en un parc paysager en lien avec la nature et ouvert sur le quartier. La promenade de la Dhuis qui borde cette zone, classée Natura 2000, constituera avec les carrières, un ensemble cohérent. Le site présente également un intérêt patrimonial pour ses fronts de taille et entrées de galeries encore visibles.

Des travaux sont actuellement engagés pour la réalisation du comblement « sur-mesure », notamment des travaux de mise en sécurité avec du comblement par injection (durée 1 an). Cette intervention questionne les associations de préservation de la biodiversité qui mentionne la présence de 11 espèces de chiroptères (source : ANCA). L'IGC Paris a réalisé des préconisations sur le choix des usages dans le parc. Une partie est en cours de comblement avec les remblais du Grand Paris Express (300 000 m³), issu de la future ligne 16. La commune a bénéficié de 4,3 millions d'euros provenant du plan du relance national, permettant de débiter les travaux de sécurisation. Le coût prévisionnel des travaux s'élève à plus de 16 millions d'euros. Le projet est également subventionné par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs (Fonds Barnier) à hauteur de 3,6 millions d'euros (financement des travaux de mise en sécurité d'une zone de 20 188 m² pour la mise en sécurité des habitations voisines) et par la Région Ile-de-France à hauteur de 2,2 millions d'euros.

Carrière du centre ou carrière du « Bois de l'Etoile ». Gagny (Seine-Saint-Denis)

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Espace naturel
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Plan de prévention des risques naturels « mouvements de terrains » de Gagny (mai 2013)
Date ouverture site	2010
Superficie	12 hectares
Maitrise d'ouvrage	Ville de Gagny
Maitrise d'œuvre	Atelier Cepage (paysagiste), ESIRIS (BET pollution et géotechnique), INGESPAC
Inscription stratégique	Grand parc des trois plateaux de l'Est parisien, espace vert et/ou de loisirs d'intérêt régional à créer (SDRIF-E)
Atouts	Point de vue sur Gagny Biodiversité, fronts de taille



Crédit : Ville de Gagny

La carrière du centre a été exploitée sur environ 25 hectares. A partir du 19^{ème} siècle, elle accueille une briqueterie et une fabrique de ciment. Le site est alors entièrement consacré à cette vocation et ne présente quasiment plus aucune trace de végétation. A la fin de l'exploitation, le site est abandonné et se dégrade lentement. Une partie est remblayée par son propriétaire par des matériaux issus de la construction et des sablons. Devenue une friche dangereuse largement recolonisée par la végétation naturelle, et formant une véritable coupure pour les habitants des quartiers de l'Est de l'Ouest de la commune, un projet d'espace nature dédié à la biodiversité sur 12 ha émerge, porté par la municipalité et les habitants. La ville acquiert le site en 2004.

De lourds travaux de sécurisation sont ensuite menés : 2 450 forages, 171 000 m² de coulis injecté pour combler les vides, travaux de terrassement, apport de 200 000 m² de terres plus 34 000 m² de terre végétale. Le modelé du site est réalisé de façon à être aussi proche que possible du terrain originel, tout en assurant l'accessibilité des lieux au public. L'arboretum, inauguré en 2008, est agrandi en 2023. Le Parc forestier du Bois de l'Etoile, véritable lieu de promenade et de nature pour les riverains est ouvert en 2010.

Carrière de l'Est ou carrière Saint-Pierre (Montguichet) – Gagny (Seine-Saint-Denis)

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Acteurs/partenaires	IDFN pour l'espace naturel régional du Montguichet
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Plan de prévention des risques naturels « mouvements de terrains » de Gagny (mai 2013)
Superficie	52 hectares
Inscription stratégique	Grand parc des trois plateaux de l'Est parisien, espace vert et/ou de loisirs d'intérêt régional à créer (SDRIF-E)
Atouts	Biodiversité, fronts de taille



Entrée des carrières souterraines. Gagny.

Crédit : Paul Lecroart / L'Institut Paris Region

La carrière de l'Est à Gagny, dénommée carrière Saint-Pierre, d'une superficie de 52 hectares, est exploitée pour le gypse servant à la fabrication de plâtre. Les traces des premières exploitations remontent à l'époque gallo-romaine (l'usage du plâtre était connu depuis le 2^{ème} siècle). Mise en pause, l'exploitation reprend autour du 17^{ème} siècle avec l'arrivée des moines cisterciens et les constructions d'édifices religieux et militaires. La carrière doit son nom à son propriétaire à la sortie de la révolution. L'arrivée du chemin de fer à Gagny permet d'accroître l'exploitation du gypse et d'acheminer le plâtre sur de plus longues distances. Une nouvelle fois mise en pause avec la guerre de 1870, l'exploitation stagne jusqu'à la première guerre mondiale. Pendant l'entre-deux-guerres, la production est très intense et exclusivement souterraine en raison de techniques d'exploitation plus efficaces comme les haveuses électriques. Dans les années 1950-1960, la culture des champignons prend le dessus sur l'extraction du gypse.

Laissé à l'abandon, le site va devenir le lieu de dépôts sauvages pendant plusieurs années entraînant une forte pollution (notamment de l'amiante).

La carrière de l'Est se situe dans le secteur du Montguichet. Le Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la région de Paris (SDAURP) de 1965, inscrit ce site dans le projet d'autoroute A87 pour l'aménagement d'une « rocade de banlieue ». Le projet est abandonné au début des années 1980. Durant cette période, le site va servir de décharge pour déchets inertes, et dépôts sauvages. Pour des raisons de coût, ces dépôts se font uniquement en surface et ne servent pas à consolider les vides.

La carrière de l'Est se situe en partie dans le PRIF (Périmètre régional d'intervention foncière) du Mont Guichet. En 2012, Ile-de-France Nature (ex-AEV) lance un projet d'aménagement (parc nature, agricole et paysager) pour le Mont Guichet. Endema93 (association qui lutte pour la préservation du Mont Guichet) est intégré au comité de pilotage. 74 hectares sont investis par des exploitants (un apiculteur, une maraîchère, un viticulteur et un éleveur) et 21 hectares sont des espaces boisés préservés. Dans le cadre du SDRIF-E, le Montguichet est classé en espace naturel et de loisirs. Le Montguichet constitue, aujourd'hui, un élément important de la ceinture verte régionale de l'Ile-de-France.

Par ailleurs, la carrière Saint-Pierre est classée en ZNIEFF de type 1 (n° 110020168 Côte de Beuzet et Carrière Saint-Pierre). Elle présente également un intérêt géologique référencé dans INPG pour le gypse et les marnes ludien.

Le parc départemental de la Fosse Maussoin. Clichy-sous-Bois (Seine-Saint-Denis)

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Nouvel usage	Espace naturel
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	R111-3
Date ouverture site	1984 et 2022
Superficie	22 hectares (depuis 2022)
Maitrise d'ouvrage	Conseil départemental de la Seine-Saint-Denis
Maitrise d'œuvre	Agnès Marin (paysagiste)
Coût et financement	11 millions d'euros HT (coût des travaux financés par le département des Hauts-de-Seine avec le soutien du Fonds de Solidarité et d'Investissement Interdépartemental d'Ile-de-France et de la Région).
Inscription stratégique	Grand parc des trois plateaux de l'Est parisien
Atouts	Biodiversité, fronts de taille



Le parc départemental de la Fosse Maussoin

Crédit : Endema93

Située à la lisière sud-est de l'ancienne forêt de Bondy, le site de la Fosse Maussoin fut d'abord exploité pour les ressources de sa forêt jusqu'au Moyen-Age avant de laisser la place à des carrières de gypse pendant près d'un siècle. L'extraction du gypse cesse en 1939 et laisse place à la fabrication de briques par l'extraction de la glaise jusqu'en 1965. Les galeries furent utilisées durant la seconde guerre mondiale comme dépôt de munition et le site fut plusieurs fois bombardé. Remblayé seulement en partie, le site est ensuite laissé à l'abandon retrouvant sa couverture boisée. Les risques dus à la dégradation des anciennes carrières souterraines ont empêché pendant plusieurs décennies tout projet d'urbanisation et d'aménagement. Dans les années 1970, il est y est même prévu d'y accueillir des déchets ménagers et des déchets inertes. En 1982, le département acquiert 26 hectares dont 7,8 hectares, qui n'avaient pas fait l'objet d'exploitation, furent aménagés en parc en 1984. Dans les années 1990, des comblements partiels sont réalisés au niveau des rues adjacentes à la suite de l'apparition de fontis. D'autres seront signalés dans les années 2010.

Longtemps épargné de l'urbanisation, une riche biodiversité s'y est installée (chiroptères, chênes centenaires, etc.). Le site est d'ailleurs classé en ZNIEFF et Natura 2000.

Au début des années 2010, le département de Seine-Saint-Denis lance un vaste programme d'investissement pour améliorer l'attractivité des espaces verts du département et décide de sécuriser les 15 hectares de zones sous-minées encore fermées au public et de tripler la surface du parc de la Fosse Maussoin dans un secteur encore carencé en espace vert. Soutenus par les associations locales, le projet d'extension est aussi un projet de restauration du milieu naturel. Le triplement de la surface du parc (passage de 7,8 à 22 hectares) permet de renforcer son rôle écologique pour de nombreuses espèces. Parallèlement aux zones boisées et en lien avec les usages souhaités par les habitants, des zones de prairies (grande pelouse, clairières) y sont aménagées, ainsi que des zones humides pour gérer une partie des eaux pluviales.

Sur la partie en travaux, la restauration des milieux est d'autant plus délicate que la technique utilisée pour combler les carrières fait table rase du milieu naturel existant. Pour des raisons de sécurité et de coûts, le comblement des vides s'effectue en effet depuis la surface. Les terres de surface d'origine sont conservées et servent à la restauration du milieu.

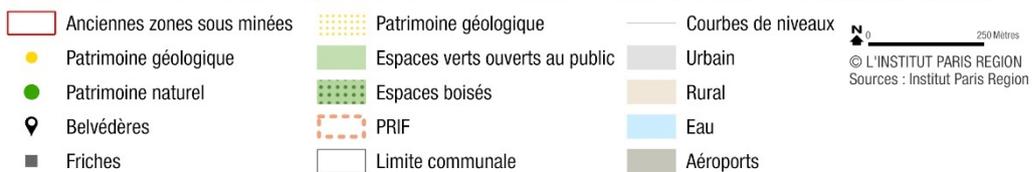
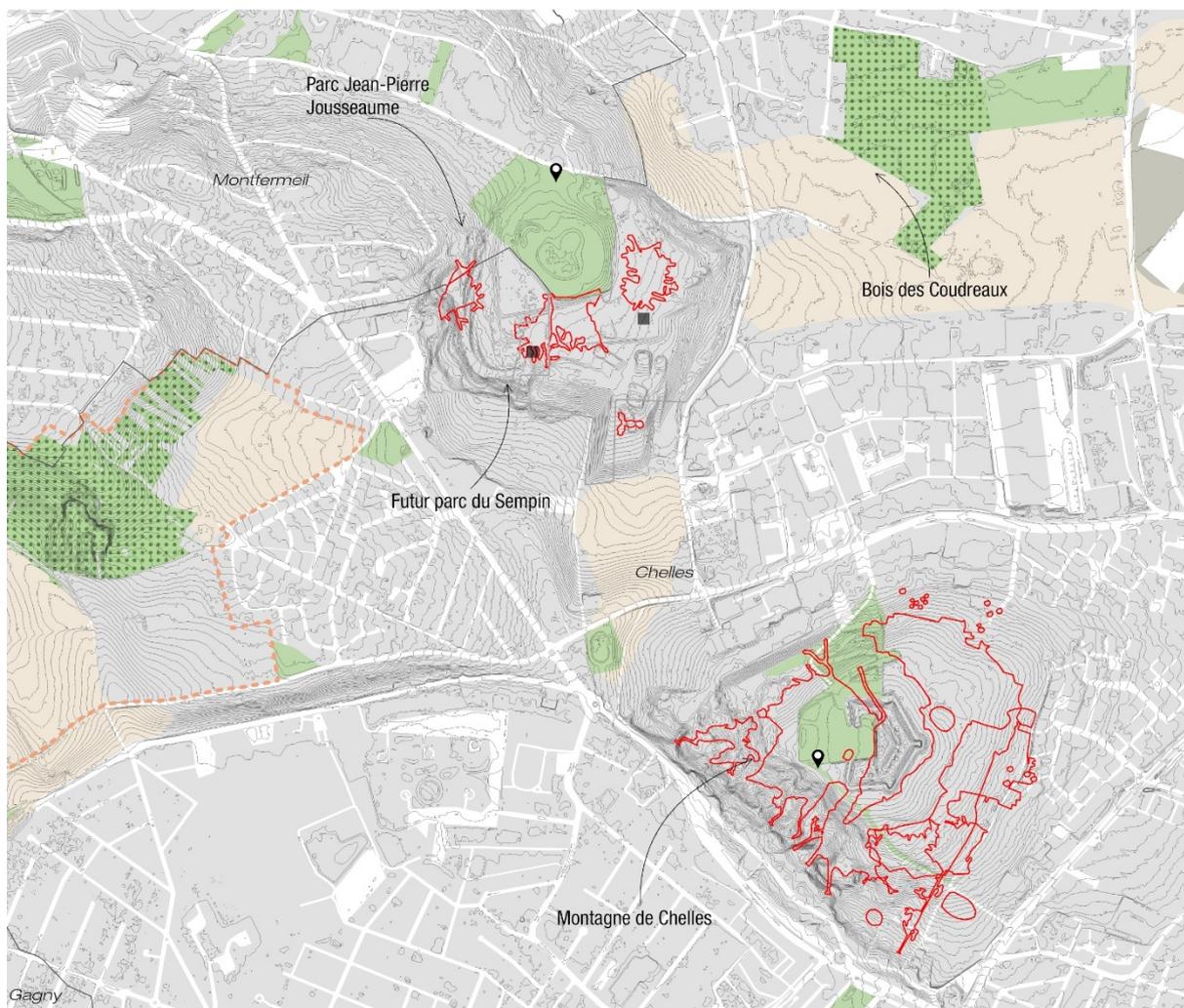
En 2011, au titre de l'écologie urbaine, de la trame verte et de la promotion de la biodiversité en milieu urbain et dans le cadre du Contrat Particulier Région-Département de la Seine-Saint Denis, la Région décide de participer au financement du réaménagement et de l'extension du Parc Départemental de la Fosse Maussoin. De 2011 à 2019, les travaux de sécurisation permettent de combler les carrières. En 2019, les travaux d'aménagement permettent d'ouvrir au public 7 hectares supplémentaires.

En 2022, le parc permet au public de se rendre dans un « poumon vert » de 22 hectares. Au total, les travaux, menés sur un peu plus de 10 ans, ont coûté 11,4 millions d'euros financés par le Département avec le soutien du Fond de Solidarité et d'Investissement Interdépartemental d'Ile-de-France (1,2 millions d'euros) et de la Région (791 000 euros).

Source :

- PPRN liés aux anciennes carrières, commune de Gagny, 2002.
- <https://www.gagny.fr/ma-ville/gagny-avance/un-espace-naturel-aux-carrieres-de-louest/>
- <https://www.iledefrance-nature.fr/tous-nos-espaces-naturels-regionaux/espace-naturel-regional-du-mont-quichet/>
- Endema93 : <https://www.endema93.fr/>
- CAUE93 : <https://www.caue93.fr/ressources-documentaires/actualites-de-l-architecture/parc-departemental-de-la-fosse-maussoin-a-clichy-sous-bois>

6.5 La colline du Sempin et la Montagne de Chelles (Seine-et-Marne), Montfermeil (Seine-Saint-Denis)



Projet du parc paysager du Sempin à Chelles et Montfermeil

Ancien usage	Ancienne exploitation de gypse souterraine et à ciel ouvert
Nouvel usage	Parc (jardin-verger, prairies (5 ha), pelouses sèches (6 ha), zone de quiétude (repos) pour la faune et la flore, zone humide (1400 m ²), bois (8 ha), espaces de promenade + plan de gestion en cours d'élaboration en concertation avec les organisations et associations locales + suivi écologique de prévu pendant 10 ans).
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	R111-3
Date ouverture site	Ouverture prévue début 2025.
Superficie	23,5 hectares dont 6 hectares (parc Jean-Pierre Jousseaume).
Maitrise d'ouvrage	La SAFER (propriétaire du foncier).
Maitrise d'œuvre	ECT, qui réalise et finance la sécurisation et l'aménagement du site avec l'apport de terres excavées inertes du BTP et du Grand Paris Express
Acteurs/partenaires	CA Paris – Vallée de la Marne (à terme, gestionnaire), Communes de Chelles et Montfermeil, Bureau d'études : Agnès Marin (paysagiste) + BET Biotope (écologue), SGP (partenaire pour la valorisation des marins de tunneliers)
Coût et financement	1,8 millions d'euros pour 20 000 m ³ de vide comblé par coulis (pour les injections du parc Jousseaume) ; 1,1 millions d'euros l'aménagement du parc du Sempin (plantations et équipements) ; financés grâce à l'apport de 1 300 000 m ³ de terres apportées dont 600 000 m ³ issues du Grand Paris Express (pour les aménagements du parc du Sempin).
Inscription stratégique	Site identifié au SDRIF-E comme « Espace vert à aménager ».
Atouts	Belvédère. Nouvel espace vert sur le territoire ouvert au public, réouverture du parc Jousseaume. Biodiversité



Aménagement du parc du Sempin

Crédit : Pierre-Yves Brunaud / L'Institut Paris Region

Au début du 20^{ème} siècle, le site du Sempin situé sur les communes de Chelles et Montfermeil, fut exploité pour son gypse. Les tonnes de déblais rejetés par les carrières ont notamment servi à la mise en place des remblais de la voie de chemin de fer qui traversait Chelles.

Dans les années 1990, le site du Sempin a été en parti remblayé et fermé au public. Il est resté près de 15 ans à l'abandon, devenant progressivement un lieu de décharge. Quelques plans de localisation des zones sous-minées réalisés par BRGM ont permis de déterminer les zones de remblaiement partiel.

Dans les années 2000, le Parc Jousseaume ouvre ses portes sur la commune de Montfermeil, mais en 2002 des zones de fontis apparaissent et le parc est fermé au public.

Le projet du parc du Sempin émerge face à des enjeux de sécurisation du parc Jousseaume et des volontés d'aménager la globalité du site. Ce projet est porté par la SAFER, maître d'ouvrage du projet, qui en a confié la réalisation à l'entreprise ECT. L'objectif du projet est la sécurisation du site et réalisation du parc public, autofinancés par l'apport de terres excavées inertes du BTP dans un principe d'économie circulaire. Le projet est conçu et concerté avec les parties prenantes, à savoir la CA Vallée de la Marne (futur gestionnaire), la ville de Chelles et la ville de Montfermeil. Le projet permet également la valorisation des marins de tunneliers (déblais de creusement du métro) de la ligne 19 du Grand Paris Express, dans le cadre d'un partenariat avec la SGP.

Sur le parc Jousseaume, la commune de Montfermeil fait réaliser des études géotechniques (sous convention avec IGC) pour état du sous-sol et contrôle. ECT réalisera les études comblement. Des injections, financées par ECT, ont été mises en œuvre dans le parc Jousseaume dans le cadre du projet de création du parc du Sempin. Sur la partie en projet du parc du Sempin, il n'y a pas eu d'enjeux de sécurisation selon les études.

En 2019, les travaux de défrichage et de nettoyage du site du Sempin commencent, suivi en 2022 par les travaux de remblaiement et de remodelage. 1 300 000 m³ de terres sont apportés dont 600 000 m³ issues du puits « 603 » à Chelles correspondant aux travaux du tunnelier 7 de la ligne 16 du Grand Paris Express. Une bande transporteuse a été installée pour apporter les terres jusqu'au site. Des travaux de végétalisation et l'installation des dispositifs d'aménagement sont prévus en 2024 pour une ouverture début 2025.

Le nord du parc Jean-Pierre Jousseaume est classé en ZNIEFF pour ses pelouses marneuses. Elles sont entretenues par l'association ANCA.

La Montagne de Chelles (Seine-et-Marne)

Ancien usage	Ancienne exploitation de gypse souterraine et à ciel ouvert
Nouvel usage	Parc urbain
Date ouverture site	2007
Superficie	12 hectares accessibles au public sur les 46 hectares
Maitrise d'ouvrage	Commune de Chelles
Maitrise d'œuvre	Agnès Marin (paysagiste) + BET Biotope
Inscription stratégique	Grand parc des Trois plateaux de l'Est parisien
Atouts	Biodiversité



Le Fort de Chelles

Crédit : Christophe Nedelec / Wikipédia

Pendant plus d'un siècle, la Montagne de Chelles est exploitée pour son gypse en carrière à ciel ouvert ainsi qu'en cavages souterrains de seconde et troisième masse. Au 19^{ème} siècle, cinq exploitants se partagent la Montagne, dont les établissements Parquin qui emploient jusqu'à une cinquantaine d'ouvriers. L'exploitation de gypse cesse en 1880 à la suite des expropriations et autres servitudes réalisées par l'armée (présence du fort) et à d'importants éboulements. A la fin de 1878, des glissements de terrain causés par de très fortes précipitations entraînent l'enterrement d'une carrière exploitée par les établissements Parquin. En effet, les galeries qui ne sont plus exploitées, sont le plus souvent abandonnées, sans être sécurisées, ni remblayées avant de tomber dans l'oubli. Entre 1876 et 1878, le Fort de Chelles est construit sur la Montagne. Le génie militaire français tente alors de cartographier les galeries pour estimer les risques d'effondrement. Entre 1904 et 1909, les travaux de confortation des galeries de seconde masse situées aux abords directs de l'emprise du fort, sont entrepris à la suite des travaux de 1891 et aux « éboulements incessants, presque journaliers ». Pour des raisons économiques, les galeries ne sont pas remblayées, mais confortées par des piliers et des arceaux en maçonnerie.

Le Fort et la Montagne sont progressivement acquis par la ville de Chelles à partir de 1974. En 1999, le BRGM réalise une étude des aléas mouvements de terrain à Chelles qui classe la Montagne majoritairement en aléa très élevé.

Au début des années 2000, la municipalité de Chelles cherche à reprendre ses droits sur la Montagne de Chelles. Ces 46 hectares d'espace naturel sont totalement fermés au public en raison de l'ancien fort militaire, de son passé de dépôt de produits polluants par l'entreprise Kodak dans les années 1960 et des vestiges d'une ancienne exploitation de gypse.

En 2007, le Fort fait l'objet d'une réhabilitation dans le cadre du réaménagement de la Montagne de Chelles en un parc destiné aux promenades et activités municipales. Cependant, selon les plans du génie militaire, l'étude du BRGM et des visites techniques d'associations locales, il apparaît que les aménagements de 2007 sont partiellement sous-minés et peuvent présenter des risques de fontis, d'éboulements, voire de glissements de terrain. La présence de galeries souterraines pose donc un problème de sécurité et leur comblement représenterait une somme évaluée à plusieurs millions d'euros.

Le site présente un intérêt naturaliste par la présence de chiroptères.

Sources :

- site.gagny-abbesses.info
- <https://www.label-ecojardin.fr/>
- atlas-patrimoine93.fr
- <https://www.aqglo-pvm.fr/actions-et-projets/grands-projets/rehabilitation-du-parc-du-sempin-a-chelles>
- <https://www.aqglo-pvm.fr/pratique/travaux/a-chelles-le-parc-du-sempin-reamenage>
- <https://www.groupe-ect.com/realisations/chelles-parc-du-sempin/>
- *Plaquette SAFER « Requalifier des espaces dégradés en milieu périurbain : la transformation de l'ancienne carrière du Sempin en parc naturel »*
- *Interview SAFER + ECT*

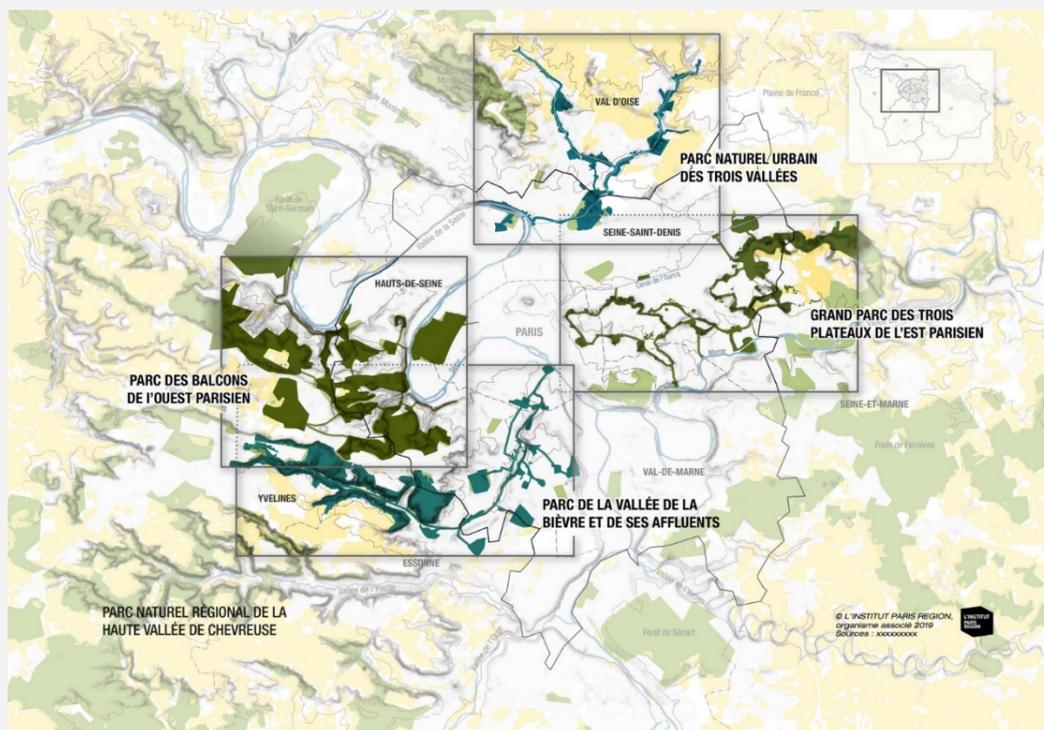
Projet du Grand Parc des Trois Plateaux de l'Est parisien

Le projet se situe à cheval sur Paris, la Seine-Saint-Denis, le Val-de-Marne et la Seine-et-Marne. Ce territoire densément habité de l'Est parisien connaît un déficit en espaces verts et de nature. Pourtant, les corniches des plateaux de Romainville, d'Avron et de l'Aulnoye recèlent des potentialités uniques : leur mise en valeur et en réseau pourrait faire pénétrer la nature jusqu'au cœur de l'agglomération, irriguant les quartiers, rendant accessibles des espaces enclavés et des points de vue remarquables, tout en reconnectant les réservoirs de biodiversité. Le projet propose un système de parcs pouvant s'organiser autour d'une promenade paysagère reliant les trois entités :

- À l'ouest, le plateau de Romainville qui fait l'objet du projet de Parc des Hauteurs* porté par Est Ensemble.
- Au centre, la reconquête des emprises de l'A103 pourrait dessiner une coulée verte régionale reliant le plateau d'Avron aux deux autres plateaux et à la Marne.
- À l'est, la corniche de l'Aulnoye présente de forts enjeux de restauration, de gestion et de mise en continuité d'espaces ouverts, notamment sur les coteaux de Gagny et Chelles.

Le Projet de Grand Parc des Trois Plateaux de l'Est parisien fait partie de la démarche exploratoire « Projets pilote pour une métropole nature » portée par L'Institut Paris Region avec l'appui de la Région Île-de-France, de la Métropole du Grand Paris et d'Île-de-France Nature. L'objectif est de proposer aux acteurs du territoire un socle de projets de trames vertes et bleues à l'échelle de la métropole. Les paysages et les milieux naturels de la métropole sont les grands perdants d'une urbanisation qui tend à effacer la géographie, à fragmenter l'espace et à restreindre la place du vivant. Afin de répondre aux enjeux écologiques et aux aspirations à la nature des franciliens et franciliennes, L'Institut propose quatre projets de mise en valeur des continuités paysagères, écologiques et de mobilités actives :

- Le Parc des Balcons de l'Ouest parisien
- Le Parc de la Vallée de la Bièvre et de ses affluents
- Le Parc naturel//urbain des Trois Vallées
- Le Grand Parc des Trois Plateaux de l'Est parisien



Le projet du Parc des Hauteurs

Le projet de Parc des Hauteurs, initié par L'Institut Paris Region, est porté par l'EPT Est Ensemble depuis 2016. Il s'agit d'un projet de transformation écologique, urbaine et culturelle, afin de mettre en valeur le paysage du plateau de Romainville dans l'Est parisien. Il est constitué d'une multitude de points de vue exceptionnels et encore méconnus sur le territoire, allant des Buttes Chaumont à Paris jusqu'au Fort de Nogent dans le Val-de-Marne. Le projet s'efforce de préserver, mettre en valeur et relier les derniers espaces ouverts non artificialisés d'un Est parisien densément bâti. Il s'agit de constituer progressivement un système de parcs par la mise en continuité de jardins, bois, parcs, terrains de sports, cimetières, friches, délaissés militaires, anciennes carrières et autres espaces ouverts. Le projet tire son inspiration de démarches innovantes de trames vertes urbaines comme l'Emscher Park dans la Ruhr, la London Green Grid ou encore le Parc des coteaux de Bordeaux Métropole.

Par son échelle et ses potentialités transformatives, c'est aussi un projet pilote à l'échelle régionale et métropolitaine qui préfigure de nouvelles stratégies d'aménagement, tout en s'inscrivant dans les objectifs à long terme des plans en vigueur / en cours de révision (schéma régional de cohérence écologique, schéma directeur régional...) ou futurs (Schéma de cohérence territoriale de la Métropole du Grand Paris).

En janvier 2020, le projet du Parc des Hauteurs devient celui du « Grand Chemin » (60 ha sur le territoire de l'ept). En septembre 2023, les études préliminaires au projet ont été rendues par le groupement porté par l'agence TER.



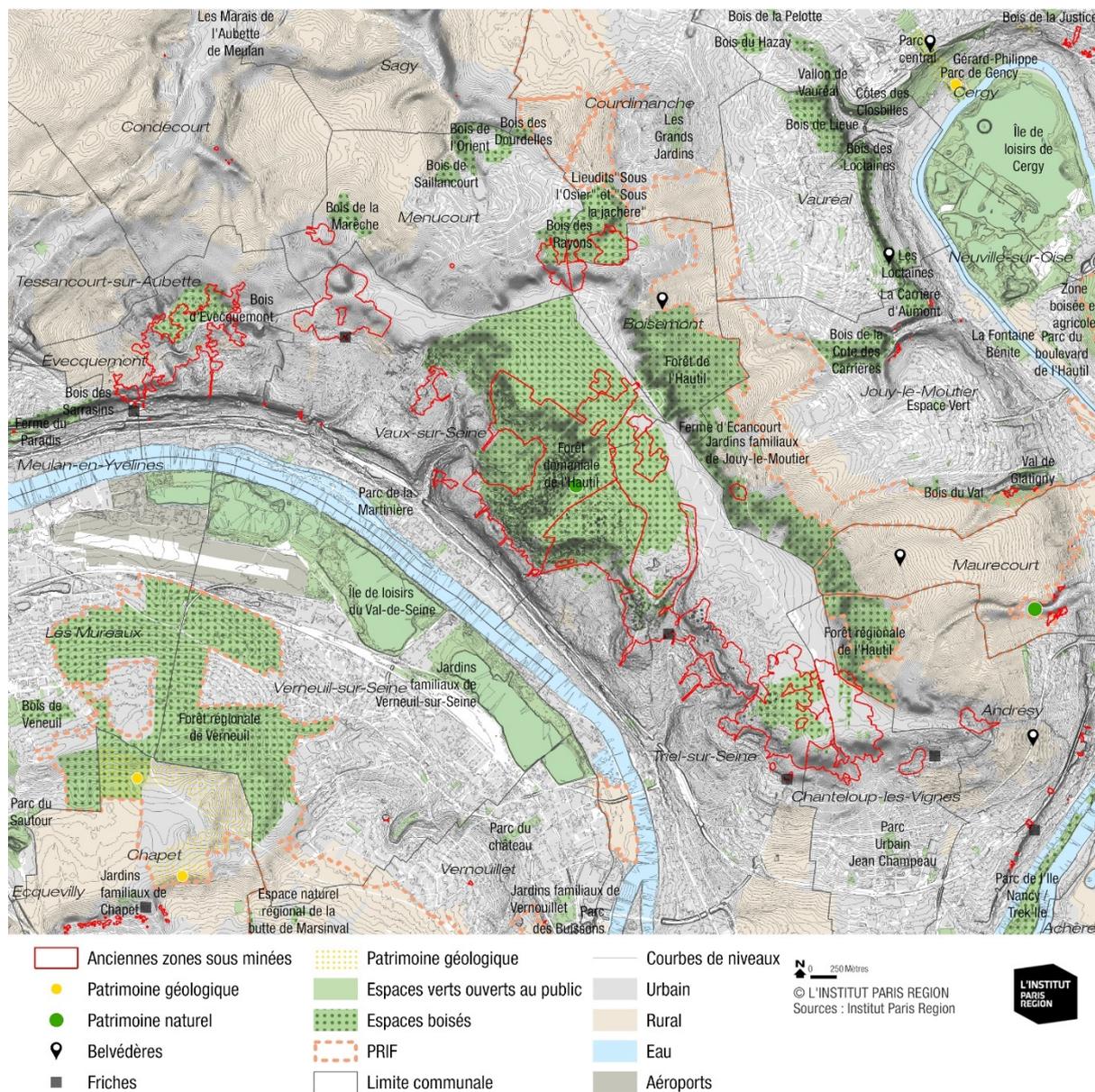
Sources :

- Paul Lecroart, *Le Parc des Hauteurs : laboratoire de la transition écologique*, Note rapide Territoires, n°885, mars 2021
- Paul Lecroart, Maximilian Gawlik, Maëlle Durante, *Projets pilote pour une métropole nature*, décembre 2022

<https://www.institutparisregion.fr/amenagement-et-territoires/projets-pilotes-pour-une-metropole-nature/>

Article Cadre de Ville : Est Ensemble : les 55 kilomètres de la « grande figure » de la Promenade des Hauteurs recherchent leur maîtrise d'œuvre », 27 novembre 2023.

6.6 Massif de l'Hautil (Yvelines, Val d'Oise)



Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de gypse
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	PER du Massif de l'Hautil (Evecquemont, Vaux-sur-Seine, Triel-sur-Seine, Chanteloup-les-Vignes, Andrésey et Maurecourt dans les Yvelines, Ménucourt, Condécourt, Courdimanche, Jouy-le-Moutier et Boisemont dans le Val-d'Oise)
Superficie	1 200 ha, dont 670 ha de zones sous-minées
Acteurs/partenaires	Région IDF, Île-de-France Nature, PNR du Vexin français
Inscription stratégique	PNR sur une partie, espace ouvert/vert à sanctuariser (SDRIF-E)
Atouts	Point de vue, biodiversité, patrimoine historique, lieu de promenade
Freins / Blocages	Coût sécurisation pour ouverture au public de la totalité du bois Gestion de plusieurs d'acteurs privés et publics



Fontis causé par un effondrement de carrières souterraine à Triel-sur-Seine (78).

Crédit : Philippe Montillet, L'Institut Paris Region,

Le massif de l'Hautil, situé sur deux départements (Yvelines et Val d'Oise) aux portes du Parc Naturel Régional du Vexin français est l'un des maillons de la ceinture verte de l'Ile-de-France. En continuité des espaces ouverts de la vallée de la Seine, il dispose de nombreux belvédères. Le massif se compose de la forêt domaniale de l'Hautil, de bois départementaux, de terrains privés et du bois régional de la Barbannerie géré par Ile-de-France Nature. Deux Périmètres régionaux d'intervention foncière (PRIF) sont situés sur le massif : le PRIF Boucle de l'Oise – Franges du Vexin et le PRIF Hautil et Oise dans lequel se situe le bois de la Barbannerie.

Au Moyen-Age, le massif accueillait des vignes pour la production du vin, puis son sous-sol a été exploité pour le gypse et la production de plâtre. Le soubassement gypseux sous la butte de l'Hautil a été exploité dès le XVIII^{ème} siècle, et de façon intensive entre le XIX^{ème} siècle jusqu'à la fin des années 1970. Pendant la Seconde Guerre Mondiale, certaines galeries ont servi d'abris. Au total, près de 670 hectares ont été exploités par la méthode par chambres et piliers, créant des galeries souterraines, sur lesquels sont recensés environ 480 hectares de cavités. Les autres galeries ayant été comblées, foudroyées ou s'étant simplement écroulées (réduisant le risque).

A la suite de l'activité de carrières, malgré la fermeture et l'interdiction des carrières par arrêté préfectoral, de nombreux fontis se sont formés sur le massif de l'Hautil provoquant plusieurs accidents (dont une victime) recensés en 1957, 1990 et 1991. Ce risque d'effondrement localisé a entraîné l'adoption d'un PER « mouvement de terrain ». Le secteur du massif de l'Hautil est l'un des premiers à adopter un PER « mouvement de terrain », qui deviendra le PPRN du massif de l'Hautil approuvé le 26 décembre 1995. Le PPR recense le bâti, les équipements et infrastructures impactés par le risque. Deux tiers du massif sous-minés sont concernés par le risque d'effondrement. Plusieurs phases d'expropriation de propriétés bâties et des mesures de travaux de mise en sécurité devant être réalisées par les propriétaires ont été lancés, entraînant des situations de friche. L'arrêt de l'activité de carrières et l'adoption du PPR a aussi été une opportunité de protéger la forêt et de laisser la biodiversité se développer, puisque plusieurs zones ont été interdites d'accès (comme au sud du bois de la Barbannerie où des clôtures ont été installées afin de sécuriser les effondrements et l'accès du public et des animaux). Une partie du massif est identifiée en ZNIEFF de type 2.

Dans ce secteur carencé en espace vert, la présence de zones sous-minées a été une opportunité pour protéger les espaces ouverts. C'est une véritable opportunité pour la biodiversité et une réserve de nature pour la population francilienne.

Source :

- Podcast « Vous allez voir... du paysage ! » - le massif de l'Hautil
- Ile-de-France Nature : <https://www.iledefrance-nature.fr/tous-nos-espaces-naturels-regionaux/espace-naturel-regional-de-lhautil-et-oise/>
- Yvette Veyret, Sara Bouchon, *Les risques liés aux carrières souterraines. Diversité des réponses et aménagement en Île-de-France*, Annales de géographie, n°626, 2002.
- RP du PPRN du Massif de l'Hautil (approuvé le 26 décembre 1995)
- https://www.institutparisregion.fr/uploads/ExportData/projets_aménagement.html

6.7 La Butte Pinson. Montmagny (Val d'Oise)



Ancien usage	Ancienne exploitation de gypse souterraine et à ciel ouvert
Nouvel usage	Parc urbain
Communes concernées	Villetaneuse, Montmagny, Sarcelles, Groslay
Acteurs/partenaires	Île-de-France Nature
Inscription stratégique	Espaces verts d'intérêt régional à créer (SDRIF-E)
Atouts	Point de vue, biodiversité, patrimoine historique, lieu de promenade
Freins / Blocages	Gestion du risque



La Butte Pinson

Crédit : Île-de-France Nature / Altivolus.

La butte Pinson est une butte témoin du Bassin parisien. Le site a été exploité pendant plus de 200 ans. Dès le 18^{ème} siècle, le sable du sommet est extrait. L'extraction se poursuit ensuite avec le gypse. Ce sont les exploitations à ciel ouvert qui ont éventré la Butte à plusieurs endroits, faisant progressivement disparaître le relief naturel. L'exploitation s'est ensuite étendue au sous-sol, dans la deuxième masse de gypse, créant des galeries souterraines. Au milieu du 20^{ème} siècle, les carrières à ciel ouvert ont partiellement été remblayées avec des ordures ménagères et des matériaux inertes. La végétation, installée après abandon des carrières, témoigne des époques d'exploitation : chênes dans le bois de Richebourg (ancienne carrière de sable), mélange d'érables et de robiniers sur les pentes et robiniers sur les sols pauvres constitués de remblais mélangés.

Après des années d'abandon, le site accumule plusieurs freins à sa reconversion totale : occupation illégale (processus d'expulsion de gens du voyage), décharge (ordures ménagères, amiante, etc.), sans parler du risque de fontis liés aux carrières.

En 1980, le parc départemental est créé au niveau de l'ancienne carrière Vieujot après avoir été remblayée. Mais plusieurs secteurs ont été fermés au public et la réhabilitation progresse doucement.

Le site présente des fronts de taille remarquables et des espaces naturels à préserver. Il est identifié en espaces verts d'intérêt régional à créer au SDRIF-E.

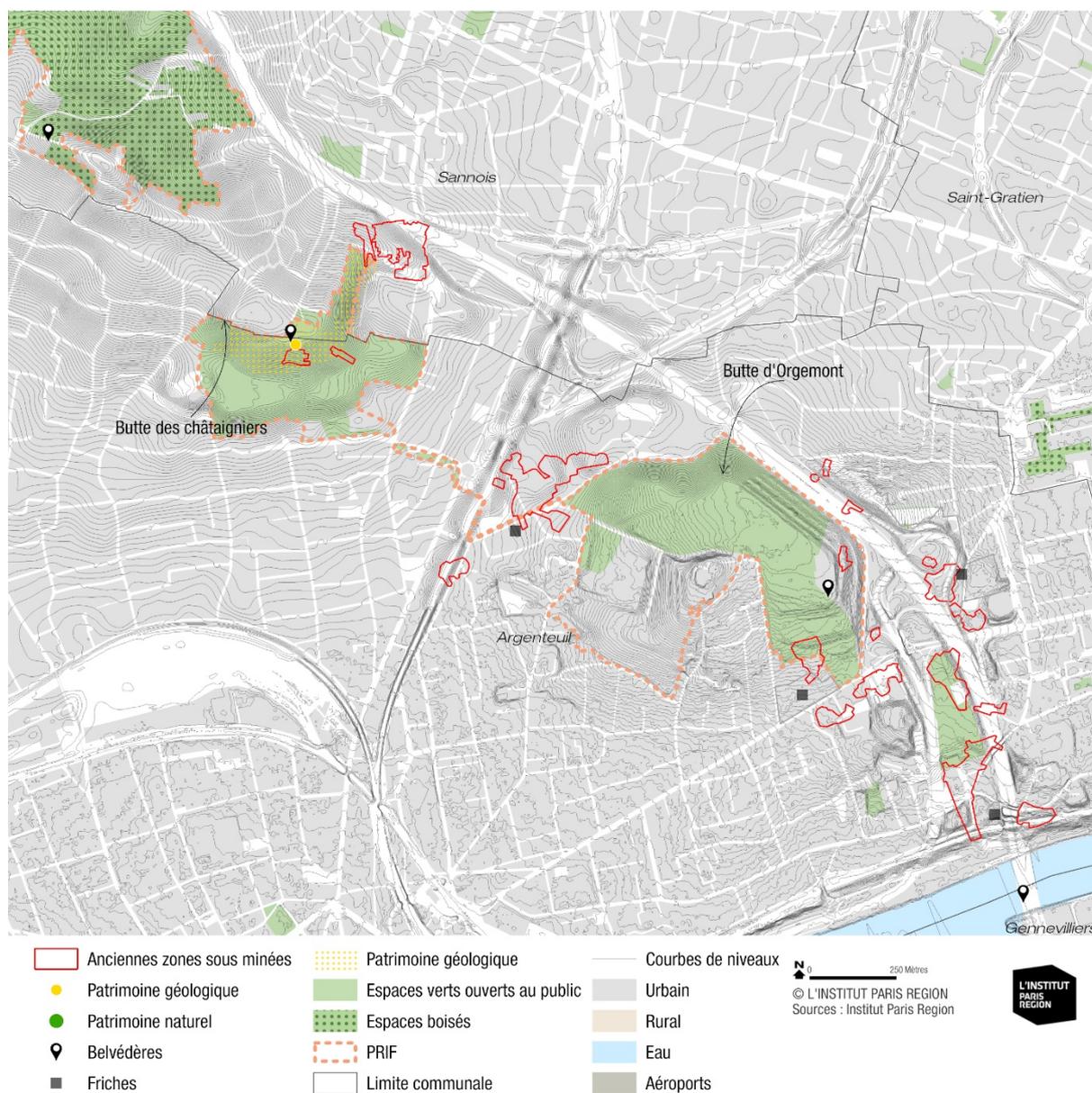
122 ha sont gérés par IDFN. IDFN engage actuellement un travail d'études (10 000 euros) avec le CEREMA afin de mener des investigations complémentaires (avec par exemple des photographies et cartes anciennes) pour comprendre le territoire et les enjeux à risque.

Le sujet de valorisation du patrimoine historique et de la mémoire des lieux est certain sur ces deux sites, tout comme l'intérêt biodiversité. Cependant, IDFN n'est pas outillé sur le risque (études, travaux à réaliser pour mise en sécurité) pour pouvoir mettre en valeur ce patrimoine historique ou scientifique, ce qui conduit souvent à la fermeture des sites.

Sources :

- iledefrance-nature.fr/
- villedemontmaqny.fr

6.8 La Butte des Châtaigniers (Val d'Oise)



Ancien usage	Ancienne exploitation de gypse souterraine et à ciel ouvert
Nouvel usage	Parc urbain
Communes concernées	Sannois, Argenteuil
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	R111-3
Acteurs/partenaires	Île-de-France Nature
Atouts	Biodiversité, Belvédère sur Paris et La Défense
Freins / Blocages	Gestion du risque



Vue depuis la Butte des Châtaigniers.

Crédit : Pierre-Yves Brunaud / L'Institut Paris Region

Le site s'inscrit sur une ancienne carrière de gypse qui a fait l'objet d'une décharge à ciel ouvert pendant plusieurs années. Le parc de la Butte des Châtaigniers est ouvert en 2012 après de lourds travaux (6 millions d'euros de travaux de terrassement). C'est un espace de promenade et de détente qui offre un belvédère sur Paris, très prisé et fréquenté par la population d'Argenteuil.

Après des effondrements observés sur le cimetière de Sannois proche du site, IDFN questionne les enjeux d'ouverture au public de ce site face au risque pour la population. De grosses lacunes sont remontées sur l'identification et la localisation précise de certaines zones sous-minées et leur niveau de comblement. Une étude (historique du site, investigations complémentaires des zones de cavités) menée par le CEREMA est en cours afin d'accompagner IDFN dans un protocole de sécurisation du site.

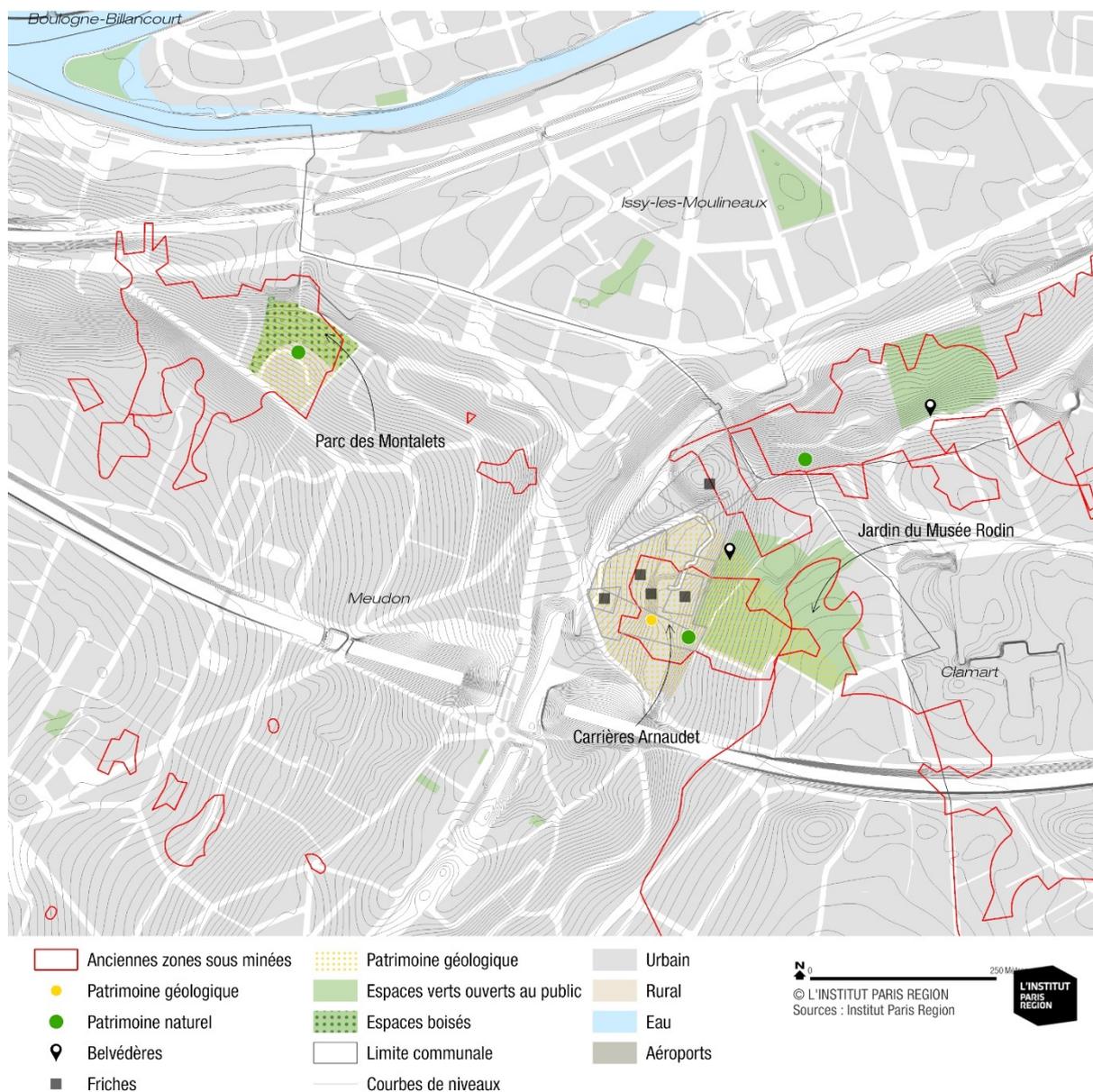
Source : Interview Valentine Arreguy (IDFN)

Les interventions d'Île-de-France Nature

Ile-de-France Nature (IDFN, ex-AEV Agence des espaces verts) intervient sur plusieurs sites d'anciennes carrières souterraines par le prisme des PRIF (Périmètres d'intervention foncière régionale créés en 1985). IDFN a pour rôle de mettre en œuvre des actions de préservation et de mise en valeur des paysages et des espaces ouverts sur ces périmètres. Parmi les sites d'anciennes carrières souterraines situées sur des PRIF sont recensés : le site de la carrière du Mont Guichet, le massif de l'Hautil, la butte Pinson ou encore la butte des Châtaigniers sur les buttes du Parisis. La plupart de ces sites ont souvent subi une longue période d'abandon (friche) après l'exploitation menant à un réinvestissement de la nature avec de gros enjeux de biodiversité conduisant parfois à devenir des réserves régionales, parfois aboutissant à des mésusages comme des décharges ou des occupations illégales.

IDFN travaille en lien avec les Inspections générales des Carrières (IGC) pour la surveillance, la reconnaissance, le suivi de ces zones sous minées. L'IGC a notamment fourni des prescriptions pour pousser l'investigation de plusieurs sites. Elle a également entrepris une collaboration avec le Cerema sur deux sites : la butte des Châtaigniers sur les Buttes du Parisis à Argenteuil et la Butte Pinson.

6.9 Les carrières de Meudon (Hauts-de-Seine)



Pendant 80 millions d'années, une mer chaude et peu profonde a recouvert le Bassin parisien, déposant une épaisse couche de craie (300 à 700 m) sur 400 km d'étendue. Recouverte par les couches tertiaires en Île-de-France, la craie affleure tout autour, de la Champagne à la Normandie, du Nord à la Touraine. Mais la région-capitale, déjà favorisée par la géologie qui lui a offert la pierre à bâtir et le plâtre, l'est aussi grâce à l'*anticlinal* (plissement convexe) de Meudon, faisant affleurer la craie le long des coteaux de la Seine au sud-ouest de Paris. Ce matériau, trop tendre pour fournir de la pierre de construction, a été abondamment employé pour faire de la chaux et, réduit en poudre fine, du blanc de Meudon.

A Meudon, plusieurs vastes carrières sont présentes comme la carrière des Montalets ou encore la carrière Arnaudet.

La carrière Arnaudet

Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de craie
Zonage réglementaire (Prévention des risques)	Plan de prévention des risques mouvements de terrain R111-3
Maitrise d'ouvrage	Ville de Meudon
Superficie	8 km de galerie
Acteurs/partenaires	ECT, région Ile-de-France
Coûts	Comblement partiel. 6 millions d'euros dont 50 % issu du Fonds Barnier, 30 % issu du Fond Friche de la région Île-de-France et 20 % issu de la ville de Meudon et des propriétaires.
Atouts	Biodiversité, patrimoine géologique et historique



Carrières de craie de Meudon

Crédit : Nicolas Dudot

L'une des plus grandes carrières de craie d'Île-de-France se situe rue Arnaudet à Meudon, au pied du musée Rodin. Site classé depuis 1986 pour son intérêt artistique et scientifique (géologique), c'est un véritable livre d'histoire naturelle et humaine : elle montre un aperçu de l'énorme masse de craie sous-jacente, mais aussi des lits de silex qui y sont déposés, des failles qui la fracturent, des cavités karstiques, du niveau de la nappe souterraine, de nombreux fossiles et du contact Crétacé-tertiaire, époque de la fin des dinosaures. La carrière Arnaudet témoigne aussi d'une exploitation sur plus d'un siècle, d'abord comme site d'extraction (1870-1923) creusé avec soin sur les conseils de l'Inspection générale des carrières pour produire le blanc de Meudon, puis comme champignonnière (1923-1974), et enfin avec un début d'aménagement en usine souterraine pendant la Seconde Guerre mondiale. Cette carrière constitue une grande architecture en creux, avec 8 km de galeries voûtées en plein cintre, des voûtes d'arêtes à leurs croisements, des voûtes élégamment peignées, et des espaces à double niveau plus complexes et plus théâtraux.

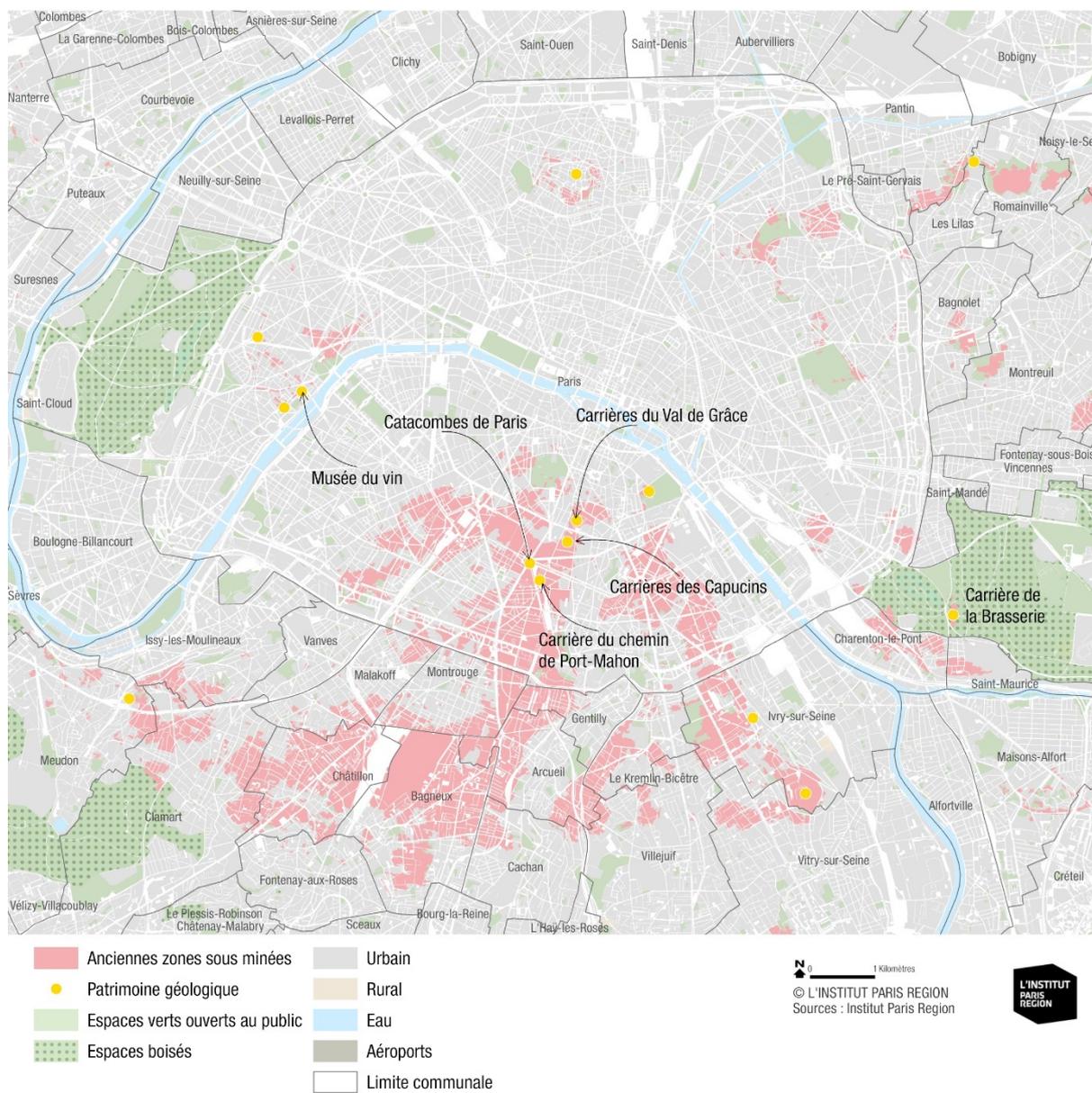
En 2017, l'INERIS relève un risque d'effondrement généralisé des carrières lié à la fragilité des piliers. Ayant en tête la catastrophe de Clamart en 1961, la mairie de Meudon engage des procédures et obtient en 2019 une autorisation spéciale de travaux en site classé par le Ministère de la transition écologique, pour raisons de sécurité publique et de préservation de la carrière souterraine. Un mouvement d'opposition se met en place porté par des habitant.es et associations locales par crainte que le site devienne une opportunité pour un projet immobilier, et ainsi venir imperméabiliser la surface. La mairie obtient finalement en 2022 la validation par le conseil d'Etat de son projet de sécurisation et entame entre juin 2022 et 2023 des travaux de comblement. 45 % de la carrière sont comblés avec des terres inertes (provenant de chantiers situés à environ 25 km dont des Sables de Fontainebleau) et 55 % sont préservés. L'objectif pour la ville a été de préserver plusieurs points d'intérêts pour leur valeur historique (usages successifs de la carrière : exploitation de la craie, champignonnière), géologique et architecturale (voûtes). Le budget des travaux est estimé à 6 millions d'euros dont 50 % issus du Fond Barnier (au titre de la sécurisation d'un secteur de logements exposés dans la zone d'influence d'un risque d'effondrement), 30 % issus du Fond Friche de la région Île-de-France et 20 % issus de la ville de Meudon et des propriétaires.

Le projet reste critiqué par l'opposition locale qui dénonce l'aspect invasif du procédé de comblement avec des terres inertes. Pour cette opposition, ce type de travaux va à l'encontre de la préservation des carrières qui auraient pu bénéficier d'un renforcement structurel des piliers existants (de type cerclage) et ainsi préserver la totalité des galeries souterraines. Du côté de la ville de Meudon (maitrise d'ouvrage), des réflexions sont engagées pour rendre la carrière jusqu'ici interdite au public accessible et imaginer un aménagement scénographique de manière à en faire un ERP. A noter que pour les publics experts, l'accessibilité souterraine est déjà possible. En surface, un projet d'aménagement d'un parc végétalisé de 2 hectares en prolongement du musée Rodin est en réflexion. Les intentions du projet sont les suivantes : valoriser les entrées de la carrière et l'accès au musée Rodin, mettre en valeur la situation de belvédère et inscrire cet espace dans un réseau de parcs à l'échelle régionale et de la Vallée de la Seine.

Sources :

- *Revue Ar'site – Sécuriser et valoriser : quels projets pour les carrières et la colline ? Juillet 2021*
- *Revue de presse de la ville de Meudon*
- *BAP*

6.10 Les anciennes carrières de Calcaire grossier du sud de Paris : carrières des Capucins (Paris 14^{ème}), carrières du chemin de Port-Mahon (Paris 14^{ème}), carrières du Val-de-Grâce (Paris 14^{ème}), carrières de la Brasserie (Paris 12^{ème}), le musée du Vin (Paris 16^{ème}), les catacombes de Paris (Paris 14^{ème})



Ancien usage	Ancienne exploitation souterraine de Calcaire grossier
Communes concernées	Paris
Acteurs/partenaires	IGC Paris
Atouts	Patrimoine géologique et historique



Carrières des Capucins

Crédit : Hugo Clément/ Flickr-Creative commons

Depuis le Moyen-Age jusqu'à la moitié du XX^{ème} siècle, le Calcaire grossier du Lutécien a été exploité dans des carrières souterraines dans le sud parisien, principalement par la technique des piliers retournés. L'exploitation du calcaire grossier a permis notamment d'alimenter la production de pierre destinée à construire les bâtiments de Paris. A la suite d'une série d'effondrements par fontis, l'inspection générale des carrières (IGC) de Paris est créée en décembre 1774, par un arrêt du Conseil d'État du Roi Louis XVI en avril 1777. Les vides souterrains sous Paris font désormais l'objet d'une surveillance et d'un suivi rigoureux.

Ces vides souterrains n'ont pas épargné l'urbanisation de Paris. L'un des rôles de l'IGC étant notamment de prescrire des travaux de consolidation, une partie du patrimoine souterrain a pu être un moment épargné jusque dans les années 1960 grâce à la réalisation de travaux de confortement des piliers. Cependant, les techniques évoluant vers le comblement ou les injections, une partie de ce patrimoine souterrain disparaît progressivement, en raison notamment d'une non-reconnaissance par l'État.

Pourtant, les carrières souterraines du sud parisien présentent un intérêt pour le patrimoine géologique et historique. Une partie de ce patrimoine géologique a été identifié dans l'Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG) :

- La Carrière des Capucins située dans le 14^{ème} arrondissement de Paris, bénéficie de la gestion de l'association SEADACC (Société d'études et d'aménagement des anciennes carrières des Capucins) pour sa mise en valeur et sa restauration. Le site est également classé pour sa fontaine des Capucins par arrêté du 8 juin 1990.
- La carrière du chemin de Port-Mahon située Villa Saint-Jacques (Paris 14^{ème}) est la seule carrière souterraine à être classée au titre des Monuments historiques depuis le 4 janvier 1994. Elle a également été répertoriée à l'INPG.
- Les carrières sous le Val de Grâce sont classées au titre des Monuments historiques depuis le 1^{er} mars 1990 par association avec la surface. Elles présentent également une coupe géologique d'intérêt régionale identifiée à l'INPG. Les espaces souterrains sont malheureusement en état de dégradation à cause de graffitis.

- La carrière de la Brasserie, située dans le bois de Vincennes (Paris 12^{ème}) a été référencée dans l'INPG. Elle reste aujourd'hui inaccessible malgré la présence d'un accès de type escalier et d'un réseau d'éclairage.
- Le musée du Vin, qui se situe dans d'anciennes carrières souterraines de calcaire dans le 16^{ème} arrondissement, présente un intérêt pour le patrimoine géologique (INPG). Elles bénéficient de la préservation du conservateur.
- Les Catacombes de Paris, site ouvert au public depuis 1809. Une coupe géologique du Calcaire grossier du Lutétien présente un intérêt pour le patrimoine géologique et elle est référencée à l'INPG.

Sources :

- Gély J.-P., Obert D., Souffaché B. & Viré M. 2022 – *Défense et protection des sites souterrains à haute valeur patrimoniale : le cas de Paris et de sa proche banlieue. Naturae 2022, p. 205-211.*
- Thomas G., Vanara N., *Les carrières sous Paris et sa périphérie, une reconnaissance géopatrimoniale nécessaire, Géomorphosites, 2016.*

CONCLUSION

La gestion des enjeux relatifs aux zones sous-minées par les anciennes exploitations souterraines de matériaux de construction en Ile-de-France suppose une étape encore indispensable de développement de la connaissance autour de deux axes :

- **L'identification des zones à risques dans une approche homogène à l'échelle régionale avec le recensement précis des zones sous-minées, mais aussi la capacité de suivre l'évolution dans le temps de ces espaces et galeries souterraines pour évaluer leur état de dégradation, qui reste inéluctable.**

Les anciennes carrières sont bien localisées à Paris et dans les départements de la première couronne, mais aussi dans les Yvelines, le Val-d'Oise et l'Essonne où les services spécialisés des Inspections générales des carrières de Paris et de Versailles assurent un important travail d'étude, de contrôle et de cartographie des zones sous minées. En revanche, dans le département de la Seine-et-Marne, et en l'absence d'un service d'études spécialisé équivalent aux IGC, la connaissance de l'aléa reste très partielle alors que ce département concentre près d'un tiers des communes potentiellement concernées et qu'il connaît parallèlement l'un des plus forts taux d'extension de l'urbanisation d'Ile-de-France ; des études sont aujourd'hui engagées, mais une connaissance fine, équivalente à celles des autres départements, nécessitera certainement, au regard des moyens actuels, plusieurs dizaines d'années.

La prise en compte dans les réflexions d'aménagement de ces zones sous-minées et des risques qui y sont associés suppose également une bonne connaissance des aléas. Or, la couverture par les Plans de prévention des risques naturels mouvements de terrains (PPTMT) ne couvrent qu'environ 10 % (47) des communes potentiellement exposées. Les zonages institués au titre de l'article R111-3, s'ils ne répondent pas aux mêmes niveaux de précision que les documents PPR, que ce soit en termes de connaissance initiale de l'aléa que dans la nature des prescriptions réglementaires associés, constituent cependant des outils d'information et de prévention avec la consultation préalable des services des Inspections générales des carrières pour toute demande de permis de construire. 240 communes sont concernées en Ile-de-France (hors Seine-et-Marne) par ces périmètres de risques pris au titre de l'article R111.3 pour les risques souterrains.

Face à la lente dégradation des espaces souterrains, les difficultés d'accès aux galeries, dont certaines ne sont plus visitables, les limites d'intervention des services d'Inspections sous le domaine privé constituent des difficultés supplémentaires dans un contexte d'évolution importante des enjeux dans le cadre des processus de renouvellement urbain.

- **L'inventaire des enjeux patrimoniaux (scientifique, géologique, architectural, industriel, naturel...) que peuvent potentiellement recéler ces espaces souterrains.** Le patrimoine souterrain situé sous Paris et sa banlieue est souvent méconnu des pouvoirs publics comme du grand public et son intérêt est largement sous-évalué en l'absence d'inventaire et d'une politique de préservation permettant de hiérarchiser et de définir l'intérêt des sites.

L'une des particularités du risque lié aux carrières souterraines est, qu'une fois les cavités identifiées, il est potentiellement possible de sécuriser les terrains sus-jacents, moyennant des travaux de consolidation ; en effet et sauf cas exceptionnel comme celui du Massif de l'Hautil (Yvelines et Val-d'Oise), rares sont les espaces sous-minés qui ne peuvent faire l'objet d'opérations d'aménagement.

Les orientations d'aménagement du projet de SDRIF-E 2040 (Schéma directeur de la région Ile-de-France, arrêté par le Conseil régional d'Ile-de-France le 12 juillet 2023) portées par des objectifs de création et de densification du parc de logements, par les objectifs ZAN (Zéro artificialisation net)... vont se traduire sur de nombreux territoires, par de multiples opérations d'aménagement et de transformation des tissus urbains. Si les secteurs d'extension de l'urbanisation du SDRIF-E sont très peu impactés par les risques souterrains, les territoires en renouvellement urbain portent des enjeux plus importants. Les communes de la proche couronne (hors Paris) sont en effet concernées par des objectifs importants de densification. Sur les 96 communes sur lesquelles sont attendues des taux de croissance élevés (15 à 17 %) du parc de logement au sein des espaces urbanisés, plus de la moitié sont couvertes par des zones sous-minées. La gestion des risques, mais aussi les opportunités d'aménagement que peuvent offrir ces espaces constituent autant d'enjeux à intégrer dans les projets de renouvellement urbain.

Toutefois, tous les matériaux exploités ne présentent pas les mêmes contraintes au regard de l'aménagement des zones sous-minées. Les caractéristiques géotechniques des anciennes carrières souterraines de calcaires, ne constituent pas

un frein majeur à l'urbanisation, comme en témoigne leur fort taux d'urbanisation dans Paris et l'agglomération parisienne. Dans un contexte de fortes pressions foncières dans l'agglomération centrale, les coûts et surcoûts des travaux de mises en sécurité (études préalables, travaux de sécurisation...) semblent pouvoir être absorbés par les fortes valeurs des marchés immobiliers par les acteurs et aménageurs du secteur privé. Cependant, les travaux s'orientent par facilité technique et moindres coûts, vers des solutions de comblement et d'injections, qui conduisent à la disparition des vides sans que ne soit appréhendé leur potentiel au préalable. Ainsi, en l'absence de réelle politique de protection, et de prise de conscience de la valeur patrimoniale de ces espaces, ce patrimoine souterrain francilien est menacé de disparition à court et moyen terme.

Les contraintes des zones sous-minées par les anciennes carrières souterraines de gypse sont plus importantes ; les risques d'effondrement et de dégradation y sont particulièrement élevés compte tenu de la nature des matériaux (solubilité, caractéristiques géotechniques) et des méthodes d'exploitation (extraction sur plusieurs niveaux, hauteur importante des galeries, remblaiement partiel...). Ces contraintes qui renchérissent très sensiblement les coûts des travaux de confortement et de mise en sécurité des terrains concernés ont contribué, pendant longtemps, à préserver ces sites de l'urbanisation. De nombreux sites sur lesquels la nature a repris ses droits, notamment dans l'est parisien, sont apparus depuis un peu plus d'une vingtaine d'années comme offrant de réelles opportunités d'aménagement en réponse aux besoins et aux politiques de développement d'espaces verts dans des secteurs souvent carencés en ce type d'équipements.

L'aménagement de ces espaces se déploie lentement compte tenu de la nécessité de financements publics souvent très importants. Face à des pressions foncières qui s'accroissent dans le contexte de l'aménagement régional (Grand Paris, ZAN, « reconstruction de la ville sur la ville », ...), la préservation de ces espaces doit être affirmée dans une perspective d'aménagement à moyen terme pour répondre aux enjeux de renaturation, d'amélioration du cadre de vie, de création d'espaces verts... pour répondre aux attentes de populations de plus en plus nombreuses. Le potentiel de ces espaces est d'ailleurs reconnu dans le projet de SDRIF-E 2040, au travers des objectifs de créations ou d'extension d'espaces verts, mais aussi dans les espaces à préserver pour conforter l'armature verte régionale au sein de la ceinture verte.

RESSOURCES

L'Institut Paris Region

Cahiers de l'Institut n°138, juillet 2003 : « Les risques majeurs en Île-de-France, Connaitre pour mieux maitriser. »

<https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/les-risques-majeurs-en-ile-de-france-1/>

- *La gestion des risques liés aux anciennes carrières et aux cavités naturelles en région parisienne. Dimitri Spoliansky, Inspection générale des carrières. P 83-91.*
- *Cartographie de l'aléa lié à la présence de cavités souterraines sur plusieurs communes de Seine-et-Marne. Martin Donsimoni, BRGM. P 92-94.*

Cahiers de l'Institut n°142, août 2005 : « Les risques majeurs en Île-de-France, Aménager pour prévenir. »

<https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/les-risques-majeurs-en-ile-de-france/>

- *Les PPR mouvements de terrain : les interventions de l'IGC. Anne-Marie Leparmentier, Max-André Delannoy, Etienne Lebrun, IGC Paris. p 75-85.*
- *PPR mouvements de terrain : pour une approche multirisque en Seine-Saint-Denis. Marion Ailloud, DDE de Seine-Saint-Denis. p 86-91.*
- *La prévention des risques liés aux carrières souterraines : conséquences pour l'aménagement en Île-de-France. Sara Bouchon, Paris X-Nanterre, Laboratoire de géographie physique Henri Elhaï. p 158-168.*

Sites internet des Inspections générales des carrières

IGC Paris : <https://www.paris.fr/pages/tout-savoir-sur-les-sous-sols-2317>

IGC Versailles : <https://igc-versailles.fr/>

Cerema

La gestion du risque cavités souterraines. Guide à l'usage des collectivités. Cerema 2017

ENTRETIENS REALISES

- Marc Hannoyer, Chef de la division inspection, cartographie, recherche et études, à l'Inspection générale des carrières. Entretien réalisé le 11 septembre 2023.
- Valentine Arreguy, paysagiste DPLG, responsable de la Mission Paysage à Ile-de-France Nature. Entretien réalisé le 6 octobre 2023.
- Clara Didier, directrice de projets à ECT et José Gomez Escudero, chef de projet compensation écologique à la Direction de la prospective et de l'aménagement territorial à la SAFER Ile-de-France. Entretien réalisé le 20 octobre 2023.

LES ÉTUDES

DE L'INSTITUT PARIS REGION



L'INSTITUT PARIS REGION
ASSOCIATION LOI 1901.

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 15 - TÉL. : 01 77 49 77 49

ISBN 978 7371 2386 3