

**REPONSE A L'APPEL A PROJET « Programmes d'Actions de
Prévention des Risques Cavités » (PAPRICA)**

**PROGRAMME D'ACTIONS
POUR LA PREVENTION DES RISQUES LIES AUX CAVITES**

PROJET COMPLET

SERVICE COMMUN DES CARRIERES SOUTERRAINES

DOSSIER DE CONSULTATION DU PUBLIC



**Cofinancé par
l'Union européenne**



Table des matières

I – Contexte.....	3
II – Présentation du porteur de projet	4
III – Présentation du dispositif PAPRICA.....	5
IV – La stratégie du futur dossier PAPRICA du service des carrières	7
V – Les actions du futur programme d’actions PAPRICA.....	11
VI – Le coût du programme d’investissement.....	28
VII – Les financements associés au programme.....	29
Conclusion	29
ANNEXE 1 – NATURE DES EXPLOITATIONS RENCONTREES SUR LE TERRITOIRE.....	32
ANNEXE 2 – CARACTERISTIQUES DE L’ALEA LIE AUX CARRIERES DE CRAIE ABANDONNEES	37



I – Contexte

Sur le territoire de la Métropole Européenne de Lille, 11 communes (Fâches Thumesnil, Lille/Hellemmes, Lesquin, Lezennes, Loos, Ronchin, Seclin, Templemars, Vendeville, Villeneuve d'Ascq, Wattignies) sont concernées par le risque mouvement de terrain lié aux anciennes carrières souterraines d'exploitation de craie.

Ces 11 communes disposent d'un Plan d'Exposition aux Risques (PER) « Mouvement de terrain », documents approuvés au début des années 1990.

Afin de mesurer l'étendue de la problématique liée aux carrières souterraines à l'échelle des 11 communes, les quelques chiffres ci-dessous permettent de donner une première idée des risques encourus par ces communes :

- 1740 hectares sont concernés par le zonage réglementaire des PER.
- Un peu moins de 70.000 citoyens sont exposés aux risques liés aux carrières souterraines. 3153 bâtiments privés sont situés sur des carrières connues.
- 1011 carrières sont recensées et cartographiées à ce jour dont 211 carrières visitables, 542 comblées et 258 non visitables du fait d'une absence d'accès.
- L'ensemble de ces cavités représente une superficie totale de 150 hectares dont 95 hectares sont surveillés par le biais de l'inspection, 36.5 hectares où l'aléa a été supprimé (cavités comblées) et 18.7 hectares non visitables.
- La typologie de ces cavités est majoritairement soit de type chambres et piliers (235 cavités), soit de type catiches (776 catiches)
- Ces carrières représentent un volume de vide estimé à ce jour à 4.5M de m³
- 130 km de voiries de la Métropole européenne de Lille (MEL) sont situés en zone d'aléa du PER pour lesquelles l'aléa n'a pas été caractérisé. 19km sont situés directement sur des carrières connues.
- 5 à 10 effondrements sont recensés chaque année sur ces 11 communes
- On estime que 80% des carrières existant sur ces 11 communes sont actuellement connues, et qu'environ 20% restent à découvrir.

En 2006, le Département s'est désengagé du suivi de ces ouvrages souterrains. L'ensemble des communes, à l'exception de la Ville de Lille, ne disposait plus d'un outil technique permettant d'assurer la prévention de ce risque (en termes de prévention, la solution la plus efficace reste la surveillance, l'inspection des ouvrages et la mise en œuvre de travaux préventifs).

Face à cette situation, il a été décidé le 1^{er} juin 2018 de créer un service mutualisé dédié à la prévention et à la gestion du risque mouvements de terrain lié aux carrières souterraines de craie : le service commun des carrières souterraines (SCCS).

Ce service, géré et piloté par la Ville de Lille a pour principales missions :

- **la prévention** : la surveillance, la prise en compte des risques dans l'aménagement (participation à l'instruction des demandes de permis de construire), la prise en compte du retour d'expérience, la prospection de nouvelles carrières

- **la gestion** : le service commun émet des avis sur les travaux nécessaires à la maintenance des puits d'accès et sur les travaux préventifs à effectuer
- **les actions curatives** : la gestion des situations de crise, l'accompagnement et l'apport de conseils pour la réalisation des travaux suite aux mouvements de terrain, la prospection suite aux effondrements.

La nature des exploitations et les caractéristiques des aléas sur le territoire métropolitain sont précisées **en annexe 1 et 2**.

Fort de ces 7 années d'activités, le service des carrières souhaite désormais déposer un « programme d'actions pour la prévention des risques liés aux cavités » (PAPRICA) complet afin d'aller plus loin dans la gestion et la prévention du risque lié aux carrières souterraines. Le PAPRICA d'intention porté au démarrage de l'activité du service des carrières a permis notamment de disposer d'une connaissance fine des cavités présentes à l'échelle des 11 Villes. Désormais, il apparaît nécessaire d'amplifier les missions de prospection afin de mieux caractériser l'aléa sur le territoire mais également de redonner accès aux carrières dites oubliées.

II – Présentation du porteur de projet

Le service commun des carrières souterraines, composé de 7 agents, a développé une expertise importante sur les cavités souterraines grâce notamment aux connaissances acquises par les agents le composant. De nombreuses actions sont menées pour prévenir et gérer le risque d'effondrement à l'échelle des communes impactées par les carrières souterraines sur le territoire de la Métropole de Lille :

- **Les inspections préventives** : Chaque cavité est inspectée une à deux fois par an (2 fois au droit des écoles) selon les enjeux de surface. 202 emprises de cavités sont surveillées, en domaine public comme en domaine privé. Les agents du service passent 6 mois par an en souterrain.
- **Les travaux préventifs** : Lorsque des anomalies dangereuses sont repérées dans le cadre des inspections, des travaux sont engagés afin de consolider les carrières.
- **La gestion des situations de crise** : une astreinte spécialisée est organisée 24h/24 et 7j/7 permettant de définir, en cas d'accident, les mesures de mise en sécurité
- **Le suivi des projets d'aménagements urbains** : pilotage des études préalables, définition des travaux, co-pilotage des travaux de sécurisation. L'expertise interne permet de générer des économies importantes grâce à l'optimisation des travaux.
- **Un accompagnement technique individualisé pour les citoyens** : Ne disposant pas d'expertise sur le sujet des cavités souterraines, les citoyens sont souvent démunis face à ce problème. Le service des carrières vient les aider techniquement : définition des méthodes de confortement adaptées, analyse des devis, suivi des travaux, etc.
- **La diffusion de l'information** : Diffusion du Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), renseignement des notaires dans le cadre des actes de vente, accueil des citoyens en Mairie.
- **La réalisation et la mise à jour permanente d'un Système d'Information Géographique** regroupant de très nombreuses informations sur le sous-sol métropolitain

- **La prospection** (autre composante de la prévention) : Aujourd'hui, on estime que 80% des carrières ont été découvertes. Chaque année des campagnes de prospection sont réalisées sur le territoire afin d'identifier de nouvelles cavités notamment dans le cadre des projets d'aménagement du territoire. Désormais, les territoires souhaitent amplifier ce travail de recherche de cavités
- **L'instruction des permis au regard du risque lié aux cavités** : Chaque permis est analysé au titre des risques. Des prescriptions ou des recommandations sont ainsi apportées conformément au Plan d'Exposition aux Risques Mouvement de Terrain (PER valant PPR) et du code de l'urbanisme...

Ce service composé de 3 ingénieurs, 3 techniciens et une assistante administrative intervient uniquement sur la thématique des carrières souterraines. Il dispose d'une grande expérience dans la conduite de projets mais également dans la réalisation d'études et de travaux.

III – Présentation du dispositif PAPRICA

Le programme d'actions pour la prévention des risques liés aux cavités (PAPRICA) est un outil de gestion des risques liés aux **cavités souterraines** (principalement les mouvements de terrain). Il est porté par les collectivités territoriales et a pour objectif de définir une stratégie adaptée au contexte local, dont la mise en œuvre se traduit par la conduite d'actions de prévention. Il permet notamment de mieux anticiper la gestion du risque d'effondrement et de maîtriser les coûts et les délais. Les collectivités qui s'y engagent peuvent bénéficier d'un appui de l'État, notamment financier, dans des conditions définies par un cahier des charges national.

Le dispositif PAPRICA fait l'objet d'un appel à projet permanent et d'une labellisation au fil de l'eau. Il répond à plusieurs objectifs en lien avec les cavités :

- faire émerger une stratégie locale cohérente,
- articuler les politiques de prévention et d'aménagement existantes,
- accroître les capacités des porteurs de projets,
- anticiper les opérations de comblement avant la survenue de désordres en surface, et en maîtriser la programmation et les coûts.

La mise en œuvre d'un PAPRICA peut passer par deux étapes majeures : le PAPRICA d'intention, dont la durée peut atteindre trois ans, et le PAPRICA complet, qui peut aller jusqu'à six ans.

Les actions d'un PAPRICA s'articulent autour de 5 grands axes :

- L'amélioration de la connaissance : capitaliser et valoriser les informations, entreprendre des inventaires... ;
- Les modes de surveillance : aider, soit à la mise en place, soit au renforcement de structures de gestion, dispositifs de surveillance... ;
- L'information sur les risques : aider les collectivités à sensibiliser, former les élus, techniciens, professionnels... ;

- La planification de l'urbanisme : intégrer la présence des cavités dans la politique d'aménagement d'un territoire... ;
- La réduction de l'aléa ou de la vulnérabilité : identifier les travaux à entreprendre en tenant compte des enjeux de surface et des contraintes... (uniquement dans le cadre d'un PAPRICA complet).

Une fois le PAPRICA labellisé, une convention entre le porteur de projet, les principaux co-financeurs et l'État est signée. La participation de l'État au financement du PAPRICA peut être de :

- 50 % du coût de l'animation du PAPRICA avec un montant plafonné à 130 000 €/ an de la masse salariale charges comprises ;
- 50 % maximum du coût des opérations portées par les collectivités via le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) ;
- le FPRNM peut également financer une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage (prestataire extérieur) à destination du porteur de projet.

Le PAPRICA peut en outre faciliter la mobilisation d'autres financements, notamment les fonds européens FEDER.

En résumé, le PAPRICA est un outil essentiel pour la gestion des risques liés aux cavités souterraines en France, visant à protéger les populations et à adapter l'aménagement du territoire aux contraintes naturelles. Il permet d'apporter un soutien financier important aux territoires engagés dans une démarche de prévention des risques liés aux cavités.

IV – La stratégie du futur dossier PAPRICA du service des carrières

La stratégie qui fait l'objet de la présente consultation a été construite et partagée avec l'ensemble des adhérents au service commun des carrières souterraines. Elle est le fruit de deux années de travail et a été élaborée à partir du diagnostic détaillé du territoire mais également en fonction des capacités financières de chaque porteur de projet. La stratégie qu'il est proposé de mettre en œuvre durant les 6 prochaines années, est construite autour de 5 axes.

A – Objectifs de la stratégie

Axe 1 : Améliorer la connaissance de l'aléa sur le territoire de la Métropole Lilloise	
Objectifs :	- Identifier et localiser précisément de nouvelles cavités souterraines pour mieux anticiper les risques d'effondrement. - Fiabiliser les plans des carrières afin de disposer d'une vision exacte des interactions entre le sous-sol et les infrastructures en surface.
Actions :	- Mener des campagnes de recherche de cavités par une méthode géophysique couplée avec des forages de contrôle. Il s'agit ici de prospecter sur 66.23 hectares et sur 20 km de voiries. - Réaliser des levés de géomètre pour 10 secteurs de carrières souterraines. En effet, certains plans de carrières ont été réalisés au 1/500^{ème} or à cette échelle, il n'est pas possible de positionner correctement le dessus avec le dessous. Cette imprécision pose des difficultés sérieuses lorsque des désordres ou des situations d'urgence sont rencontrés.

Axe 2 : Modes de surveillance
Objectifs : - Faciliter l'accès aux carrières pour permettre des inspections régulières et approfondies. - Mettre en place des outils de suivi (LIDAR¹, marquage par peinture) pour mieux comprendre et surveiller l'évolution des dégradations.
Actions : - Redonner l'accès aux carrières inaccessibles pour permettre l'inspection des édifices souterrains. Cela passera par la création de 21 puits d'accès et le creusement de 3 tunnels - Rénover un puits d'accès afin de le rendre de nouveau opérationnel pour les missions d'inspection - Réaliser des états géotechniques initiaux pour les carrières de nouveau accessibles - Procéder à des mises en peinture de 4 secteurs de carrières dégradés afin de mieux suivre l'évolution des dégradations au cours des inspections. - S'équiper d'un LIDAR afin de permettre au service de réaliser des levées de géomètre lors des situations d'urgence ou pour suivre plus finement la dynamique de dégradation de certains secteurs de carrières particulièrement dégradés

Axe 3 : Information sur les risques liés aux carrières souterraines
Objectifs : - Rendre accessible l'information sur les carrières souterraines à travers un site internet et un guide explicatif. - Améliorer la compréhension des risques pour encourager une meilleure prise en compte par les habitants et les décideurs.
Actions : - Création d'un site internet spécifique sur les carrières de la Métropole à destination des citoyens et des acteurs du territoire - Elaboration et diffusion d'un guide sur les carrières souterraines à l'attention des citoyens

¹ Acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging » ou « laser imaging detection and ranging » (soit en français « détection et estimation de la distance par la lumière » ou « par laser ») : technique de mesure à distance fondée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau de lumière généré artificiellement et renvoyé par la cible vers son émetteur, ce qui permet de dresser une cartographie 3D d'une surface à distance

Axe 4 : Planification de l'urbanisme

Objectifs :

- Contribuer à l'actualisation des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) pour mieux encadrer l'urbanisation en fonction des risques identifiés.
- Exploiter les nouvelles données acquises pour affiner les réglementations et mieux orienter les projets d'aménagement.

Actions :

- Participer à la refonte des PPRN Carrières souterraines
- Les prospections géotechniques et géophysiques menées dans le cadre du PAPRICA, permettront d'alimenter les données relatives à la mise à jour des cartes d'aléa pour la refonte des PPRN et serviront notamment lors de l'instruction des autorisations d'urbanisme par le service des carrières

Axe 5 : Réduction de l'aléa :

Objectifs :

- Réaliser des travaux de consolidation ou de sécurisation dans les secteurs les plus critiques pour éviter tout risque d'effondrement impactant le domaine public

Actions :

- 11 secteurs de carrières souterraines sont aujourd'hui dans des états géotechniques particulièrement dégradés à l'aplomb de la voirie. La suppression de l'aléa est ici nécessaire pour des raisons évidentes de sécurité publique.

B – Les enjeux de la stratégie

Cette stratégie répond donc à des enjeux de sécurité, de gestion du territoire et de transparence pour garantir une prise en charge efficace et durable des risques liés aux carrières souterraines.

1. Sécurité publique

- Prévenir les effondrements et incidents en lien avec l'instabilité du sous-sol.
- Assurer la protection des infrastructures et des populations situées au-dessus des carrières souterraines.

2. Amélioration de la gestion des crises

- Disposer de plans précis et d'outils d'inspection performants pour réagir rapidement en cas d'alerte ou de situation d'urgence.

3. Optimisation des ressources et des moyens techniques

- Moderniser les méthodes de surveillance pour une meilleure efficacité à moindre coût.
- Éviter les interventions tardives et coûteuses en anticipant les dégradations.

4. Transparence et implication des citoyens

- Mettre à disposition une information claire et accessible pour favoriser l'adhésion aux actions engagées.
- Responsabiliser les habitants et acteurs locaux face aux risques liés aux carrières.

5. Renforcement de la résilience du territoire

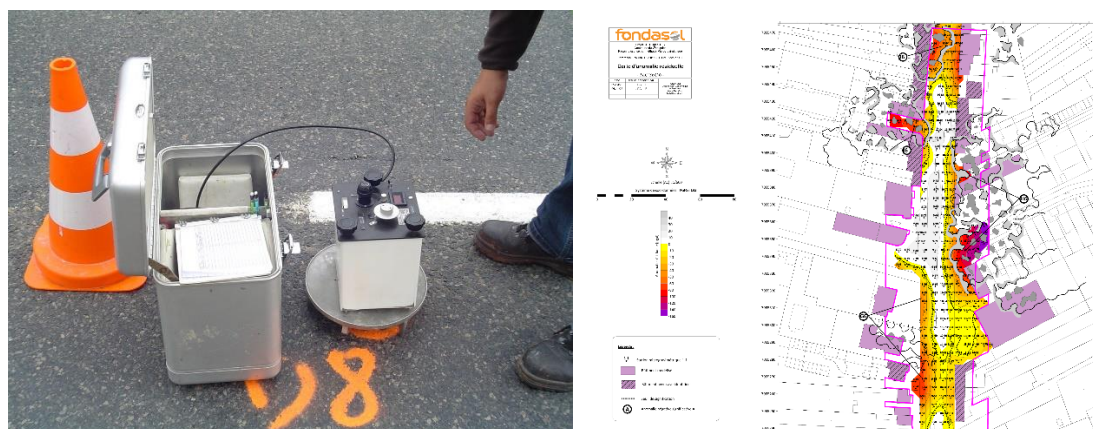
- Intégrer la contrainte des carrières dans l'aménagement du territoire pour éviter de nouvelles expositions aux risques.
- Assurer la compatibilité entre projets urbains et gestion des risques souterrains.

V – Les actions du futur programme d’actions PAPRICA

Les actions du programme d’actions du PAPRICA sont structurées en **5 axes**. Le détail de chacune des actions est présenté ci-dessous.

A - Axe 1 : Améliorer la connaissance de l’aléa sur le territoire de la Métropole Lilloise

A1 – La recherche de carrières par méthode géophysique sur le foncier des Villes et de la MEL



Microgravimètre (SDICS²) et résultat d’une étude microgravimétrique (données SCCS³)

Pourquoi cette recherche ?

Pour bien se protéger des risques majeurs, il est essentiel de bien comprendre les phénomènes en jeu. Sur le territoire de la Métropole Européenne de Lille, il reste encore des zones non explorées, représentant environ 1 737 hectares, où des carrières souterraines pourraient se trouver.

On estime que 80% des carrières existant sur ces 11 communes sont actuellement connues, et qu’environ 20% restent à découvrir. Pour les trouver, des opérations de prospection sont nécessaires.

Comment fait-on ?

Nous utilisons une méthode appelée microgravimétrie. Cette technique mesure de très petites variations de la gravité à la surface de la Terre, qui peuvent indiquer la présence de vides souterrains, comme des carrières. En effet, si le sol est creux à certains endroits, la gravité y est légèrement plus faible.

Une fois les mesures effectuées et analysées, des forages sont réalisés pour confirmer la présence de carrières. Ces recherches se feront principalement sur des terrains accessibles appartenant aux villes et à la MEL. La microgravimétrie est une méthode fiable, utilisée depuis plus de 60 ans pour détecter ce type de structures souterraines.

² Service Départemental d’Inspection des Carrières Souterraines

³ Service Commun des Carrières Souterraines

À quoi ça sert ?

L'objectif est d'identifier les zones à risque pour mieux les intégrer dans la planification urbaine et la révision des plans de prévention des risques naturels. Cela permettra de construire et d'aménager nos villes en toute sécurité.

Comment ça se passe concrètement ?

Après discussion avec toutes les villes concernées, il a été décidé de mener des campagnes de prospection sur environ 90.16 hectares de terrains communaux et le long de 57.6 kilomètres de routes appartenant à la MEL. Deux types d'études seront réalisés :

- Microgravimétrie surfacique : Pour explorer les terrains.
- Microgravimétrie linéaire : Pour explorer le long des routes et des trottoirs.

Quelles villes sont concernées ?

Les recherches auront lieu dans les villes suivantes :

- Ville de Faches-Thumesnil : 10.04 hectares
- Ville de Lesquin : 5.8 hectares
- Ville de Lille : 25.3 hectares
- Ville de Loos : 15.8 hectares
- Ville de Ronchin : 10 hectares
- Ville de Seclin : 14.15 hectares
- Ville de Templemars : 5.3 hectares
- Ville de Vendeville : 0.8 hectares
- Ville de Wattignies : 1.26 hectares
- Ainsi que sur 57.6 km de voiries appartenant à la MEL

A2 – La recherche de carrières et le contrôle des études microgravimétriques par méthode géotechnique sur le foncier des villes et de la MEL



Sondage géotechnique pour la recherche de vides (photo SDICS)

Pourquoi réalisons-nous ces études géotechniques ?

Nous menons ces études pour explorer deux types de situations spécifiques :

- **Lorsque le terrain est trop petit pour des mesures de microgravimétrie**

Lorsque la surface du terrain est insuffisante pour installer au moins 80 stations de mesure de microgravimétrie, nous effectuons des forages systématiques. Cela signifie que nous creusons 3 trous (diamètre 150mm) pour chaque tranche de 100 mètres carrés. Ces trous atteignent jusqu'à 15 mètres de profondeur ou jusqu'à une couche de roche dure appelée "banc de tun", qui marque généralement la profondeur de limite des anciennes carrières souterraines.

- **Pour vérifier les anomalies détectées par microgravimétrie**

Après une étude de microgravimétrie, nous utilisons des forages pour vérifier les anomalies détectées. Chaque anomalie, qu'elle indique un excès ou un déficit de masse, est vérifiée par 3 forages. Ces forages vont également jusqu'à 15 mètres de profondeur ou jusqu'au "banc de tun". Nous prévoyons environ 9 forages par kilomètre pour les études linéaires et 9 forages par hectare pour les études surfaciques, pour un total estimé de 1437 forages de contrôle.

À quoi servent ces recherches ?

Ces recherches nous aident à mieux comprendre les risques liés aux carrières souterraines et à les prendre en compte dans la planification urbaine et la révision des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN).

Comment allons-nous procéder ?

- **Comment contrôlons-nous les anomalies détectées par microgravimétrie ?**

Dès qu'un vide sera détecté lors d'un forage, une caméra sera insérée pour visualiser et évaluer la cavité. Ces travaux seront effectués par des entreprises spécialisées sous notre supervision technique. Les données recueillies seront intégrées dans un Système d'Information Géographique (SIG) pour une meilleure gestion des informations.

- **Comment recherchons-nous les carrières par méthode géotechnique ?**

Actuellement, plusieurs sites seront explorés uniquement par des méthodes géotechniques, couvrant une surface totale de 121.096 mètres carrés. Pour ces sites, 657 forages seront réalisés selon le ratio de 3 forages pour 100 mètres carrés. Comme pour les autres forages, une caméra sera utilisée pour inspecter toute cavité détectée. Ces travaux seront également supervisés par notre service et les données seront intégrées au SIG.



Inspection caméra d'un forage ayant rencontré du vide (photo SCCS)

A3 – Les levés de géomètre des carrières souterraines



Exemple de relevé LiDAR d'une carrière en catiches (données SCCS)

- **Pourquoi est-ce si important ?**

Avoir un plan précis des carrières souterraines est crucial : ces plans nous aident à nous orienter et à naviguer dans les carrières souterraines. Ils servent également de base pour identifier toutes les anomalies géotechniques présentes.

- **Que doit-on inclure dans ces plans ?**

Les plans doivent être aussi précis que possible, tant à l'intérieur des carrières qu'en relation avec l'extérieur. Cela signifie qu'ils doivent être bien "calés" entre ce qui est au-dessus et ce qui est en dessous du sol.

- **Pourquoi cette précision est-elle nécessaire ?**

Lors des inspections, il est souvent nécessaire de prendre des mesures préventives. Il est alors crucial de pouvoir localiser précisément les travaux préventifs par rapport à la surface, par exemple pour positionner des forages. En cas d'urgence, identifier les enjeux de surface à protéger est tout aussi important.

- **Quels sont les problèmes actuels ?**

Malheureusement, pour certaines carrières souterraines, les premiers levés de géomètre ont été réalisés à une échelle de 1/500ème, ce qui n'est pas assez précis. De plus, certains plans de carrière n'ont pas été correctement calés avec la surface, ce qui peut entraîner des erreurs de plus de 8 mètres.

Quel est l'objectif de cette action ?

L'objectif est de réaliser des levés de géomètre précis pour 9 secteurs de carrières :

- 6 secteurs de carrières sur la commune de Lezennes, représentant une surface totale de 23 569 m²
- 3 secteurs de carrières sur la commune de Faches-Thumesnil, représentant une surface totale de 1 606 m²

Comment allons-nous procéder ?

L'action se décompose en plusieurs étapes :

- **Comment procédons-nous depuis la surface ?**

À partir d'un puits d'accès géoréférencé en XY et Z dans le système légal de coordonnées (RGF Lambert 93 CC50 pour le plan et NGF IGN 69 pour l'altitude), un géomètre descend en souterrain des points de repère. Il utilise des méthodes traditionnelles (tachéomètre) ou modernes (Lidar 3D).

- **Comment les relevés sont-ils effectués en souterrain ?**

À partir de ces repères, le géomètre chemine dans les galeries et effectue les relevés nécessaires pour établir le plan. La méthode utilisée garantit un positionnement XYZ précis de tous les points relevés.

- **Que se passe-t-il ensuite au bureau ?**

Le géomètre exploite les données recueillies sur le terrain pour établir un plan détaillé. Ce plan inclut divers éléments topographiques positionnés en planimétrie et en altimétrie, comme le sol et le "ciel" de la carrière. Le type de bouchon de fermeture et son altitude permettent de déterminer la hauteur de terrain disponible entre le ciel de la carrière et la surface, ce qui est crucial pour évaluer les risques d'effondrement.

- **Pourquoi est-il important de connaître l'altitude des bouchons de fermeture ?**

Les bouchons de fermeture, en raison de leur proximité avec la surface, sont souvent les éléments déclencheurs des interventions d'urgence, comme les effondrements. Les repères positionnés par le géomètre aident également à la localisation et au cheminement dans la carrière.

Comment ces données seront-elles utilisées ?

Le rattachement dans le système de référentiel légal permettra d'uniformiser, d'assembler et de comparer les données au fil du temps. Ces données seront parfaitement compatibles avec d'autres bases de données et les informations cadastrales. Enfin, toutes ces informations collectées seront intégrées dans le Système d'Information Géographique (SIG) pour enrichir et affiner notre connaissance du territoire.

B - Axe 2 : Modes de surveillance

B1 - Redonner l'accès aux carrières inaccessibles

Les puits d'accès sont essentiels pour accéder aux carrières souterraines et effectuer des inspections. Actuellement, notre base de données recense 284 puits d'accès, dont 141 sont encore fonctionnels. Les autres sont soit inutilisables, soit ont disparu. Ainsi, à ce jour, 116 carrières (dont certaines d'une superficie de plus de 250 m²) ne disposent plus d'accès pour effectuer la surveillance nécessaire. Ces carrières représentent une surface totale de 18,4 hectares. De plus certains puits d'accès sont dégradés et il nous faut les remettre en état pour la sécurité des personnes en charge de l'inspection.



Creusement et aménagement de nouveaux puits d'accès pour permettre l'inspection de carrières souterraines inaccessibles (photos SCCS)

Que propose-t-on de faire ?

Nous proposons de rétablir l'accès aux carrières où il est possible de créer un puits d'accès sur des terrains publics ou privés, à condition que ces terrains soient facilement accessibles pour les travaux. Ce choix permettra de rétablir l'accès à 6,9 hectares de cavités.

La majorité des autres carrières à rouvrir sont situées sur des terrains appartenant à des sociétés privées ou sont dans des conditions qui rendent impossible la création d'un puits d'accès.

À terme, 227 carrières seront suivies régulièrement par le service des carrières.

Pourquoi est-il nécessaire de remettre en état les puits d'accès ?

Ces travaux permettront de rétablir leur fonctionnalité et de créer de nouveaux accès. Ces derniers permettront de descendre dans les cavités souterraines pour réaliser des inspections géotechniques et effectuer les inspections annuelles de ces ouvrages souterrains.

Comment allons-nous procéder ?

L'action est mise en œuvre grâce au travail du service des carrières, qui dispose désormais d'une vision précise sur la question des accès aux carrières. Elle se décompose en trois sous-actions :

1. Remise en état des puits existants dégradés :

Nous allons réparer les puits existants qui sont dégradés. Cela inclut le changement des échelles endommagées, la mise en place d'anneaux d'ancrage, et le remplacement des brides ou contre-brides. Ces travaux seront réalisés par une entreprise spécialisée. Six puits ont été identifiés comme nécessitant des réparations.

2. Création de nouveaux puits pour les carrières existantes :

Certaines carrières n'ont plus de puits d'accès, perdus avec le temps. Pour accéder à nouveau à ces ouvrages souterrains, il est nécessaire de créer de nouveaux puits d'accès. La création de ces nouveaux puits sera effectuée par une entreprise spécialisée. Vingt-et-un puits d'accès sont à créer : 15 seront réalisés par la Métropole Européenne de Lille (MEL) et 7 par les communes (2 à Ronchin, 1 à Faches-Thumesnil, 1 à Lesquin, 1 à Wattignies, 1 à Loos). Pour les communes, 7 nouveaux accès seront créés chez des citoyens, ce qui nécessitera de passer des conventions avec ces derniers.

3. Création de tunnels pour connecter deux carrières souterraines :

Certaines carrières inaccessibles sont situées à proximité immédiate de carrières disposant d'un accès. Une analyse technique et financière a montré que la création d'un tunnel souterrain pour connecter deux cavités était moins coûteuse que la création d'un nouveau puits d'accès. Il est ainsi proposé de créer 3 tunnels (2 sur la commune de Faches-Thumesnil et un sur la commune de Wattignies, porté par la Métropole de Lille).

Pour réaliser ces trois sous-actions, un marché public devra être rédigé afin de sélectionner une entreprise spécialisée pour effectuer l'entretien et la création de puits d'accès.

B2 - Réaliser des états géotechniques initiaux pour les carrières de nouveau accessibles

L'inspection des carrières souterraines est essentielle pour assurer le suivi de ces structures. Elle permet de comprendre comment ces carrières évoluent au fil des années. Avec la télésurveillance, c'est le seul moyen efficace de prévenir les risques majeurs associés à ces sites.



Inspection d'une carrière souterraine en chambres et piliers par un agent du Service Commun des Carrières Souterraines (photo SCCS)

Comment la création de nouveaux accès va-t-elle aider ?

La création de nouveaux accès, tels que des tunnels ou des puits d'accès, va rendre de nouveau accessibles plusieurs édifices souterrains.

Que va-t-il se passer une fois les carrières accessibles ?

L'action s'organise en trois étapes structurées selon le triptyque : Observer – Évaluer – Programmer.

- **Observer** : La première année sera consacrée à la réalisation des états géotechniques de chaque carrière souterraine nouvellement accessible. Ce travail est particulièrement long car il nécessite un examen détaillé des carrières souterraines. Chaque état géotechnique fera l'objet d'un rapport et d'une production cartographique.
- **Évaluer** : La seconde année, les nouvelles inspections permettront d'estimer la dynamique des désordres observés dans le cadre de l'état initial. À partir de ces deuxièmes inspections, le degré d'évolution des désordres observés sera évalué avec précision.
- **Programmer** : À partir de ces deux années d'inspection, une priorisation des opérations de travaux préventifs pourra être effectuée si nécessaire.

L'intégralité de ce travail sera réalisée par le service commun des carrières. Les données collectées lors de ces différentes phases serviront notamment à enrichir le Système d'Information Géographique (SIG), assurant ainsi une meilleure gestion et compréhension de ces structures souterraines.

B3 – Procéder à la mise en peinture d'édifices souterrains dégradés



Zone de carrière dégradée ayant été peinte (photo SCCS)

Pourquoi est-il important de peindre les carrières en mauvais état ?

Dans les carrières qui sont dans un état géotechnique particulièrement dégradé, il est souvent très utile de procéder à la mise en peinture des secteurs dégradés. Ce procédé, simple à mettre en œuvre, permet de suivre facilement les évolutions des dégradations dans le temps : lorsque des blocs de craie chutent ou que des fractures mécaniques apparaissent, ces mouvements sont plus facilement visibles à l'inspection suivante, ce qui permet de suivre avec précision les désordres. Cette technique est un outil complémentaire à la mission d'inspection.

Comment allons-nous procéder ?

Depuis la reprise des inspections en 2018 par le service des carrières, il a été identifié 4 secteurs de carrières nécessitant une mise en peinture afin de mieux suivre l'état de dégradation. Les mises en peinture seront réalisées par une entreprise spécialisée. La surface totale à peindre est de 1000 m².

B4 – Equiper le service des carrières souterraines d'un LIDAR

Qu'est-ce qu'un LiDAR portatif et comment fonctionne-t-il ?

Un LiDAR portatif est un instrument de télédétection qui utilise un faisceau laser pour mesurer avec précision la distance entre l'appareil et un objet ou une surface. Son fonctionnement repose sur l'émission d'impulsions lumineuses et l'analyse du temps que met la lumière à revenir après avoir été réfléchi par la cible. En seulement 15 ans, des progrès spectaculaires ont été accomplis dans cette technologie, permettant aujourd'hui d'envisager son utilisation dans le monde souterrain des carrières.

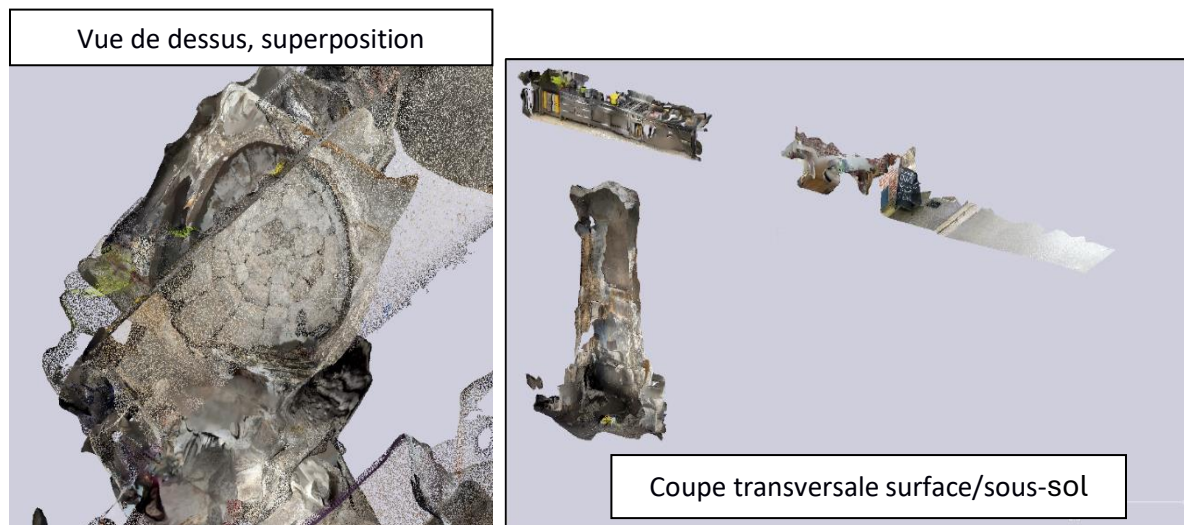
Quels sont les principaux usages du LiDAR pour le service des carrières ?

Le LiDAR a trois principaux usages pour le service des carrières :

- Le relevé de géomètre de carrière souterraine : Il permet de créer des cartes précises des carrières souterraines.
- Le suivi des ouvrages souterrains : Lorsque ces derniers sont dans des états géotechniques dégradés, des scans réguliers permettent de comprendre la dynamique de dégradation à l'intérieur de ces structures.
- La gestion des situations d'urgence : Le scan 3D permet de repositionner rapidement les niveaux supérieurs et inférieurs, ce qui est indispensable lorsque des désordres se produisent à l'aplomb d'une carrière insuffisamment connue, notamment pour anticiper les risques de propagation et procéder à d'éventuelles évacuations complémentaires. Une fois la crise passée, le scan 3D fournit également des informations complémentaires pour le dimensionnement des travaux, notamment en précisant les volumes à combler.

Exemple d'utilisation potentiel d'un LIDAR

Sur ce premier exemple, la réalisation d'un scan, a permis de repositionner précisément l'emplacement d'un puits d'extraction dégradé à l'aplomb d'une construction. Ce travail est précieux pour définir l'emplacement exact du forage afin de combler le puits d'extraction.



Sur le deuxième exemple, la réalisation d'un scan a permis de relever dans un délai court un ensemble de trois catiches découvertes à la suite d'un effondrement de l'un des bouchons de fermeture d'une des catiches. La carrière découverte a ainsi pu être repositionnée précisément par rapport à la surface.

Coupe transversale surface/sous-sol



Vue 3D



C - Axe 3 : -Information sur les risques liés aux carrières souterraines

La politique de prévention des risques majeurs en France repose sur sept principes complémentaires. Parmi ces principes, l'information préventive et l'éducation des populations occupent une place particulièrement importante.

Quelles actions d'information ont été mises en œuvre jusqu'à présent ?

Depuis la mise en place du service, plusieurs actions d'information ont été entreprises :

- Information lors des ventes de biens immobiliers.
- Information des propriétaires lorsqu'ils sollicitent le service des carrières pour savoir si leur bien est exposé à un aléa.
- Information lors de la délivrance des autorisations d'urbanisme.
- Organisation de conférences sur les carrières.
- Création d'une exposition et sa diffusion dans les territoires concernés.

Pourquoi est-il nécessaire d'intensifier l'information des populations ?

Malgré ces efforts, l'information des populations doit encore être intensifiée. L'objectif de ces actions est de renforcer la sensibilisation autour de la thématique des carrières souterraines, en particulier à destination des citoyens exposés.

Comment cet objectif sera-t-il atteint ?

Cet objectif pourra être atteint grâce à la réalisation de supports de communication et à la mise en place d'un site internet dédié aux carrières souterraines.

C1 – L'information des citoyens et des acteurs par le biais d'un site internet dédié aux carrières souterraines

Quel est l'objectif du développement d'un site internet dédié aux carrières souterraines ?

En collaboration avec le service de communication de la Ville de Lille, l'objectif est de développer un site internet dédié à la thématique des carrières souterraines. Ce site vise à :

- Sensibiliser les différents acteurs à la thématique des carrières.
- Partager des données telles que les cartes d'aléa et les périmètres réglementaires des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN).

Qui est le public ciblé par ce site internet ?

Le public ciblé inclut à la fois les citoyens et les professionnels, tels que les bureaux d'étude, les acteurs de la promotion immobilière et les aménageurs.

Quelles sont les fonctionnalités clés attendues sur ce site ?

Les fonctionnalités clés attendues sont les suivantes :

- **Cartographie interactive** : Pour visualiser les données géographiques.
- **Demande d'informations** : Permettre aux utilisateurs de contacter le service des carrières.
- **Contenu éducatif** : Articles, vidéos et infographies expliquant les aspects techniques et historiques des carrières souterraines.
- **Espace citoyens** : Regroupant des informations sur les conduites à tenir pour préserver la stabilité des carrières et en cas de mouvement de terrain.
- **Espace professionnel** : Précisant les grandes étapes de la prise en compte du risque des carrières souterraines dans les projets d'aménagement.
- **Outils de recherche et de filtres** : Permettant de savoir si une parcelle est située sur une carrière connue ou non.

Quelles sont les étapes clés de cette action ?

Les étapes clés de cette action seront :

- **L'analyse des besoins** : Comprendre les attentes des utilisateurs.
- **La conception et la planification** : Définir l'architecture et les fonctionnalités du site.
- **Le développement** : Créer le site internet.
- **Les tests et la validation** : S'assurer que le site fonctionne correctement.
- **Le déploiement** : Mettre le site en ligne.
- **La maintenance et la mise à jour** : Assurer la pérennité et l'actualisation du site.

C2 - Elaboration et diffusion d'un guide sur les carrières souterraines à l'attention des citoyens

Quel est l'objectif du développement d'un guide sur les carrières souterraines ?

En collaboration avec le service de communication de la Ville de Lille, l'objectif est de développer un guide sur la thématique des carrières souterraines à l'intention des citoyens des 11 communes. Ce guide vise à :

- Informer les citoyens sur l'importance des carrières souterraines, leur histoire et les risques associés.
- Fournir des conseils pratiques pour reconnaître et gérer les risques liés aux carrières souterraines.

Quel contenu pourrait être inclus dans ce guide ?

Le contenu potentiel de ce guide pourrait inclure les sections suivantes :

- **Introduction aux carrières souterraines** :
 - Définition et importance des carrières souterraines.
 - Histoire et contexte géologique de la région.
- **Typologies de carrières et méthodes d'exploitation** :
 - Description des différentes méthodes d'exploitation (chambres et piliers, catiches, galeries).
 - Illustrations et schémas explicatifs.
- **Risques et aléas** :
 - Identification des principaux risques (effondrements, inondations, pollutions).
 - Explication des phénomènes d'instabilité et des facteurs déclencheurs.

- **Prévention et gestion des risques :**
 - Conseils pour reconnaître les signes avant-coureurs d'un problème.
 - Mesures préventives à prendre pour protéger les biens et les personnes.
 - Informations sur les procédures d'urgence et les contacts utiles.
- **Patrimoine et histoire :**
 - Présentation des aspects patrimoniaux et historiques des carrières.
 - Témoignages et anecdotes sur l'utilisation historique des carrières.
- **La prise en compte du risque carrière dans les autorisations d'urbanisme.**

Quelles sont les étapes clés de la réalisation de ce guide ?

Les grandes étapes de la réalisation de cette action sont les suivantes :

- **Recherche et collecte d'informations :**
 - Rassembler des données géologiques, historiques et techniques.
- **Rédaction et conception :**
 - Rédiger le contenu de manière claire et accessible, en utilisant un langage non technique.
 - Concevoir des illustrations, des schémas et des infographies pour faciliter la compréhension.
- **Révision et validation :**
 - Tester le guide auprès d'un panel de citoyens pour obtenir des retours et apporter des améliorations.
- **Design et mise en page :**
 - Créer une mise en page attrayante et facile à lire.
 - Utiliser des éléments visuels pour capter l'attention et illustrer les points clés.
- **Impression et diffusion :**
 - Imprimer des copies physiques du guide pour distribution dans les mairies, les bibliothèques et les écoles.
 - Mettre le guide à disposition en version numérique sur le portail web et d'autres plateformes en ligne.
- **Promotion et sensibilisation :**
 - Utiliser les réseaux sociaux et les médias locaux pour promouvoir le guide et encourager son utilisation.

Comment le guide sera-t-il diffusé ?

Le guide sera diffusé de plusieurs manières :

- En amont des dépôts des autorisations d'urbanisme.
- Dans les lieux publics municipaux.
- Sur les sites internet des territoires.

D - Axe 5 : Planification de l'urbanisme

D1 – Participer à la mise à jour des PPRN cavités du territoire

Quels sont les objectifs de la refonte des PPRN ?

Aujourd'hui les PER, valant PPRN, ont plus de 30 ans d'ancienneté. Les cartes des enjeux et d'aléas sont dépassées. Par ailleurs les règlements sont à faire évoluer. Face à cette situation, l'Etat a souhaité porter la refonte des PER en s'appuyant notamment sur l'expertise du service des carrières.

Comment allons-nous procéder ?

Pour le service commun des carrières, il s'agira notamment de :

- Elaborer les cartes d'aléa sur l'ensemble des territoires
- Participer à l'élaboration du règlement des PPRN

E – Axe 5 - Réduction de l'aléa

E1 – Suppression des vides dégradés à l'aplomb d'axes routiers

Un autre principe important de la politique de prévention d'un risque majeur est la réduction de la vulnérabilité. Depuis la reprise des inspections sur les territoires impactés par les carrières souterraines, plusieurs secteurs de carrières sous-minant le domaine public sont aujourd'hui dans un état géotechnique dégradé.

Quels sont les secteurs concernés par le comblement préventif ?

Compte tenu de ces données, il est proposé de procéder à un comblement préventif sur 11 secteurs :

- **Secteur 1** : Lezennes, rue Chanzy à proximité de la zone commerciale. Comblement d'une carrière en chambre et piliers.
- **Secteur 2** : Hellemmes, rue du Pavé du Moulin à proximité de l'école maternelle Herriot. Comblement d'une zone de la carrière en chambre et piliers, au niveau d'un puits d'extraction.

- **Secteur 3** : Hellemmes, rue de l'Espoir à proximité de l'ancienne usine Anios. Comblement des restes de carrière située sous la voirie.
- **Secteur 4** : Lezennes, rue du Maréchal Foch. Comblement de la carrière en chambres et piliers dans un secteur particulièrement dégradé.
- **Secteur 5** : Lezennes, rue de Chanzy. Comblement d'un secteur en chambres et piliers au droit et dans l'environnement d'une montée de voûte.
- **Secteur 6** : Lille, croisement rue Jean Walter et rue Courtois. Comblement d'un reste de carrière en chambres et piliers sous la voirie.
- **Secteur 7** : Ronchin, 206-210 rue Jean Jaurès. Comblement d'une carrière en chambres et piliers particulièrement dégradée.
- **Secteur 8** : Templemars, croisement rue Jean Mermoz, rue Jules Guesde et rue Pierre Brizon. Comblement d'une carrière en chambres et piliers dégradée.
- **Secteur 9** : Faches-Thumesnil, 4-6 rue Henri Dillies. Comblement sous la voirie d'une partie de la carrière exploitée en catiches se trouvant dans un très mauvais état géotechnique.
- **Secteur 10** : Seclin, Boulevard Hentgés. Comblement d'une carrière exploitée en catiches, du fait de bouchons très instables.
- **Secteur 11** : Lille, 18-20 rue du Général De Wett. Création d'un pilier de renforcement dans une carrière en chambres et piliers.

Quelle est la surface totale concernée par ces travaux ?

La surface totale d'aléa supprimé est ainsi estimée à 4 339 m² pour l'ensemble de ces sites, qui représentent un volume total de vide de 12 465 m³ (y compris volume de vide résiduel dans les remblais).

Comment se déroulera l'action de comblement ?

Pour chaque projet de comblement, un travail technique (étude préliminaire et planification) sera réalisé visant à :

- Préciser les travaux : typologie de la section de carrière à combler, positionnement et typologie des murs de barrage, volume théorique de coulis d'injection, etc.
- Définir l'implantation des travaux.
- Fixer le planning du chantier.
- Définir la provenance et la qualité des matériaux.
- Établir les modes de production du coulis d'injection.
- Étudier l'innocuité environnementale des matériaux utilisés.

- Définir l'exécution des forages : profondeurs, quantité (ml), implantations, etc.
- Définir l'exécution des injections.
- Fixer les contrôles qualité.
- Étudier les contraintes techniques diverses (présence de réseau (DT/DICT), fermeture de voiries, mise en place de déviation, etc.).
- Fixer les modalités d'information auprès des citoyens.

Ces échanges techniques seront réalisés avec la Métropole Européenne de Lille (maître d'ouvrage), le service commun des carrières souterraines et l'entreprise titulaire en charge du comblement des carrières.

Dès validation des études préliminaires, les étapes suivantes pourront être mises en place :

- Préparation du chantier de comblement.
- Mise en œuvre du comblement : exécution des murs de barrage, forages, injections, apport des matériaux, etc.
- Contrôle.
- Réception du chantier.

Les travaux seront suivis par le maître d'ouvrage en lien avec le service des carrières. À la fin du chantier de comblement, des forages destructifs seront exécutés afin de s'assurer de l'atteinte des objectifs de comblement. Pour chaque chantier, un dossier des ouvrages exécutés (DOE) sera produit, pour permettre le suivi dans le temps. Ces prestations seront effectuées par des prestataires extérieurs sous le pilotage technique du service commun des carrières souterraines.

VI – Le coût du programme d'investissement

Le coût total du programme est estimé à 6.9 - 8.36 M d'euros pour la totalité du projet. La décomposition par porteur de projet est donnée par le tableau ci-dessous :

Structures	Contribution au plan d'investissement
Faches Thumesnil	185 964 euros
Lille/Hellemmes	277 978 euros
Lesquin	73 594 euros
Lezennes	40 533 euros
Loos	147 137 euros
Ronchin	198 574 euros
Seclin	163 338 euros
Templemars	138 683 euros
Vendeville	30 935 euros
Wattignies	104 895 euros
Métropole Européenne de Lille	5.55 à 7 millions d'euros

VII – Les financements associés au programme

Le PAPRICA ainsi que le FEDER permettront de financer ce programme d'investissement. Le montant total des subventions est ainsi estimé entre 2,91 et 3,9 millions d'euros, laissant un reste à charge entre 3,9 et 4,9 millions d'euros. Le détail des subventions est donné par porteur de projet dans le tableau ci-dessous :

Structures	Montant des subventions
Faches Thumesnil	138 628 euros
Lille/Hellemmes	222 382 euros
Lesquin	36 797 euros
Lezennes	20 267 euros
Loos	110 855 euros
Ronchin	137 814 euros
Seclin	130 670 euros
Templemars	110 946 euros
Vendeville	15 468 euros
Wattignies	75 086 euros
Métropole Européenne de Lille	2,48 à 3,5 M d'euros

Conclusion

Le programme d'action PAPRICA, via le soutien financier de l'Etat et de l'Europe à travers le dispositif FEDER, va permettre au cours des 6 prochaines années d'engager un programme d'études et de travaux ambitieux :

- Mener la recherche de carrières souterraines par des méthodes géophysiques et géotechniques.
 - o Les investigations seront menées sur 90.16 hectares de terrains communaux et le long de 57.6 kilomètres de routes pour la géophysique. 1437 forages seront réalisés pour contrôler les anomalies mis en évidence par la microgravimétrie
 - o 121.096 m² seront sondés, à l'aide de 657 forages pour rechercher de la carrière souterraine par la méthode géotechnique.
- Créer de nouveaux accès aux carrières souterraines non visitables à ce jour : 21 puits d'accès seront créés permettant de redonner accès à 6.9 hectares de carrières souterraines.
- Réaliser des états géotechniques des carrières nouvellement accessibles : Après la création des accès, chaque nouvelle carrière fera l'objet d'un diagnostic de stabilité et rentrera ensuite dans le programme de surveillance annuel du service commun des carrières souterraines
- Acheter un LIDAR : Cet appareil permettra notamment de lever des carrières souterraines, de faire un suivi des ouvrages souterrains et lors des situations d'urgence, il permettra de positionner plus précisément le dessus avec le dessous.

- Supprimer les vides dégradés à l'aplomb des axes routiers. 11 secteurs vont ainsi bénéficier de travaux préventifs visant à éliminer le risque de mouvement de terrain
- Informer sur les risques liés aux carrières souterraines :
 - En réalisant un site internet dédié à la thématique des carrières souterraines
 - En éditant un guide sur les carrières souterraines à l'intention des citoyens
- Engager un travail de refonte des Plans d'Expositions aux Risques Mouvements de terrain



ANNEXE 1 – NATURE DES EXPLOITATIONS RENCONTREES SUR LE TERRITOIRE

Les modes d'exploitation se sont succédé et ont varié dans le temps et d'un lieu à l'autre, mais les principes généraux sont restés semblables. Dans l'arrondissement de Lille, l'exploitation souterraine de la craie a été menée sur un seul niveau de galerie. La limite d'exploitation est à chaque fois donnée par deux paramètres : le toit de la nappe phréatique de la craie et/ou la rencontre du banc de tun, niveau particulièrement dur que les outils de l'époque ne permettaient pas d'exploiter.

On distingue par ailleurs essentiellement deux types d'exploitations :

- par piliers tournés, ou piliers abandonnés, ou chambres et piliers (38% des exploitations sur de type chambres et piliers sur l'arrondissement de Lille)
- par puits en bouteille ou « catiches » (60% des exploitations métropolitaines sont de type catiches).

D'autres types d'exploitation, plus marginaux, sont rencontrés :

- par galeries
- mixtes, mélange de chambres et piliers et de catiches.

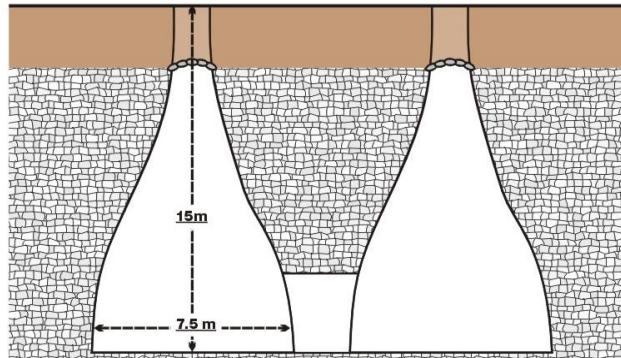
Dans tous les cas, du fait du relief plat, les exploitants se sont enfoncés en souterrain au moyen de puits. Ces puits ont une caractéristique commune : ils ont tous le même mode de fermeture constitués d'un appareillage de pierres taillées formant une voûte. Les pierres taillées sont ainsi posées en encorbellement (2/3 sur le plein et 1/3 dans le vide). La stabilité des voûtes de fermeture est assurée par un remblayage de la partie supérieure des puits. Soulignons ainsi qu'en un peu moins de 1000 ans, la technique de fermeture des puits va se transmettre de siècle en siècle. Cette typologie de fermeture se retrouve également en Mésopotamie dans certains bâtiments, 2000 av JC.

Les exploitations ne comportant que des catiches (dénomination locale) sont constituées de puits d'extraction disposés en lignes plus ou moins régulières, distants de 6 à 10 mètres en axe. Ces puits sont cylindriques dans la traversée des terrains limoneux superficiels, leur diamètre y est compris entre 1 mètre et 4 mètres. Lorsque la craie est atteinte, ces puits s'évasent progressivement pour prendre la forme d'une bouteille (de type Champagne). Le fond des puits est déterminé, soit par un banc induré (le tun), soit par le niveau de la nappe phréatique, à 10 ou 15 mètres de profondeur. Ces puits sont reliés à leur base par de courtes galeries de 1 à 2 mètres de longueur. Le vide est ainsi rencontré de 1 mètre à 3,50 mètres sous le terrain naturel. Le creusement des galeries de liaison détermine l'existence de piliers naturels de la craie, d'importance inégale. La craie extraite servait à la fabrication de la chaux mais également à l'amendement des parcelles agricoles. Le taux de dépilage est d'environ 60%. Le rendement approchait les 100%.

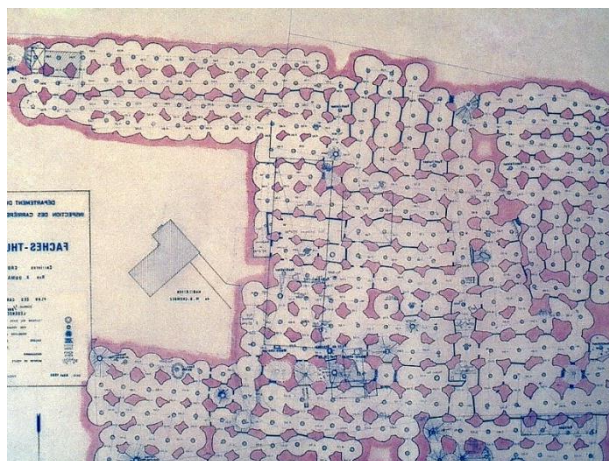
Ces catiches peuvent avoir été remblayées au moyen de matériaux les plus divers (terres, craie, produits de démolition, végétaux, détritiques) à la fin de l'exploitation et, le plus souvent, à l'occasion de travaux d'aménagement des terrains avoisinants.

Les carrières comportent généralement un grand nombre de catiches (jusqu'à 900 catiches pour une même carrière !). Exploitées par des particuliers, elles épousent souvent la forme de la parcelle de terrain dont le carrier était propriétaire ou locataire. Cependant, l'exploitant n'a que très rarement respecté ces limites. De même, il a souvent ignoré, volontairement, la réglementation qui lui imposait de rester à une distance de 60 mètres des chemins et voies de communication.

Les catiches représentent un patrimoine unique au monde, spécifique à la Métropole lilloise.



Coupe schématique d'une exploitation de type catiches – SDICS



Plan d'une exploitation de type Catiches – Ville de Lille

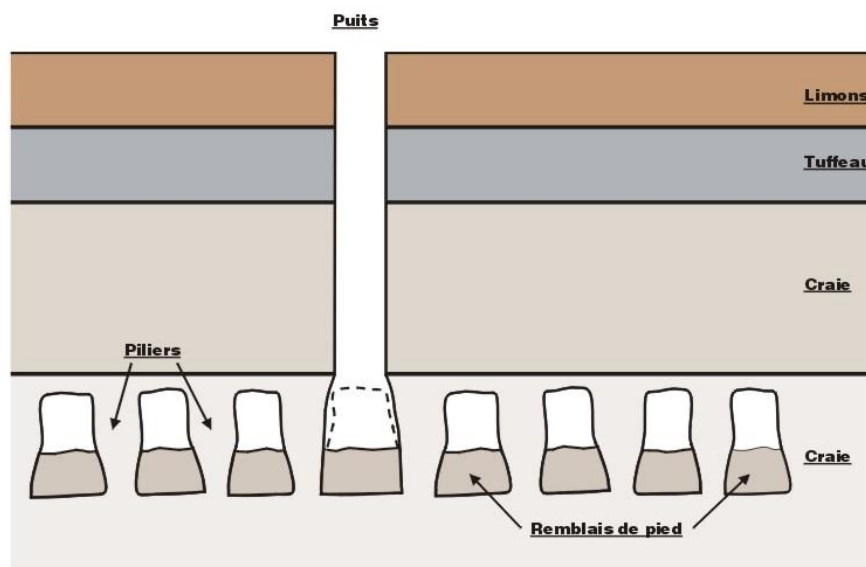


Photographie à l'intérieur d'une exploitation de type Catiches – Ville de Lille

L'exploitation par chambres et piliers consistait à creuser un réseau de galeries qui s'entrecroisent, en laissant en place des piliers de craie de dimensions plus ou moins importantes. Plusieurs puits permettaient la descente du personnel, l'aérage et l'extraction des pierres. Le rendement de ces exploitations était médiocre du fait de la fragilité de la craie, de l'ordre de 50%.

Les pierres étant confectionnées sur place, les déchets de taille étaient rejetés au sol pour constituer aujourd'hui, un remblai de pied dont l'épaisseur est très variable. Souvent ces déchets ont également été utilisés pour remblayer totalement des puits et des galeries devenus inutilisés.

La profondeur de l'exploitation (niveau unique) est déterminée par le banc de tun qui se situe à 12 – 15 mètres de profondeur et par les niveaux de la nappe phréatique en période d'étiage. Les vides se situent donc, compte tenu de la hauteur des galeries et de l'épaisseur des remblais de pied, entre 8 à 15 mètres de profondeur. Dans cette typologie d'exploitation le taux de défilage est d'environ 60 à 70%.



Coupe schématique d'une exploitation de type chambres et piliers - SDICS



Plan d'une exploitation de type chambres et piliers – SDICS



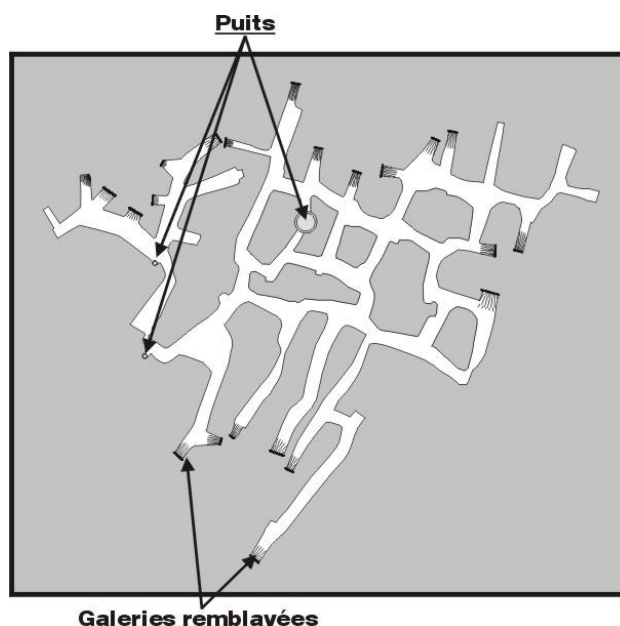
Photographie à l'intérieur d'une exploitation Chambres et Piliers – Ville de Lille

L'exploitation de type mixte possède les mêmes caractéristiques que les carrières en chambres et piliers, cependant elles possèdent un grand nombre de puits d'extraction en forme de catiche. Ce type d'exploitation permet de disposer à la fois de pierres de construction, de pierres à chaux et de matériaux de remblais. La productivité y était importante. Ce type d'exploitation se rencontre essentiellement dans le sud-est de la métropole lilloise (communes d'Hellemmes, de Lezennes et de Villeneuve d'Ascq)



Plan d'une exploitation de type mixte – SDICS

L'exploitation de type galeries est menée par galeries linéaires, selon une géométrie anarchique ou plus ou moins parallèles, laissant ainsi des masses importantes non exploitées. Le taux de dépilage est d'environ 20%. La craie exploitée servait essentiellement à la fabrication de la chaux. De ce fait, le rendement était de l'ordre de 95 %.



Galeries remblayées

Exploitation de type galeries- SDICS

ANNEXE 2 – CARACTERISTIQUES DE L’ALEA LIE AUX CARRIERES DE CRAIE ABANDONNEES

Une carrière souterraine est un ouvrage créé par l’industrie humaine. Abandonnée après exploitation, son évolution revêt un caractère naturel et représente un risque naturel majeur pour les populations exposées. Chacun sait que la nature a horreur du vide. Elle va donc chercher à le combler et va y parvenir. La difficulté pour le gestionnaire est de définir le temps que la nature va consacrer à son œuvre.

Le sol et la roche dans lesquels ces cavités ont été creusées doivent généralement, seuls, soutenir les terrains superficiels. Or, ce sol et cette roche évoluent dans le temps. Ils perdent leurs caractéristiques mécaniques sous l’effet des infiltrations d’eau ; ils se détériorent sous l’effet des charges qui leur sont appliquées (poids des terres, ouvertures de chantiers, circulation d’engins lourds, etc.). La charge supportée par les piliers, les dimensions de ceux-ci, la fragmentation naturelle de la craie, les systèmes de failles et de diaclases, les battements de la nappe phréatique, l’évolution des caractéristiques mécaniques de la craie (vieillessement), sont autant de paramètres pouvant provoquer, à terme, l’effondrement de toute ou partie d’une carrière souterraine, sans l’intervention d’un agent extérieur.

Souvent, il s’agira d’accidents d’envergure limitée (quelques mètres carrés), suffisante cependant pour provoquer la chute de personnes ou d’animaux ou pour mettre en péril des installations en surface si celles-ci n’ont pas été conçues pour résister à ces mouvements de terrain.

Des effondrements plus importants peuvent également survenir (plusieurs dizaines ou centaines de mètres carrés). Des exemples nombreux attestent que le risque est réel. A l’échelle de la Métropole, 5 à 11 effondrements par an sont enregistrés tant en domaine public que privé. A chaque fois, de belles frayeurs sont rencontrées mais jusqu’à présent sans conséquence pour la vie humaine sur notre territoire.

Les retours d’expériences accumulés au cours de ces 60 dernières années mettent en évidence que l’eau est dans la très grande majorité des cas la cause première des effondrements. L’eau est un agent accélérateur et déclencheur des phénomènes d’instabilité. Cette eau peut être météorologique ou provenir d’une canalisation.

Dans le cas de la Métropole Européenne de Lille, on peut distinguer sept phénomènes possibles :

- **Effondrement d’une voûte de fermeture d’un puits d’extraction** : il s’agit du phénomène le plus couramment observé sur les carrières. Le plus souvent, l’effondrement présentera, en superficie les dimensions de l’orifice du puits d’extraction (1 à 4 mètres de diamètre). Cependant, la superficie affectée peut être plus importante dans le cas d’érosion des limons superficiels ou d’effondrement simultané ou différé des appuis de la voûte. De tels effondrements sont fréquemment observés sur les 12 communes de la MEL impactées par les carrières souterraines. On recense à ce jour 17 729 puits d’extraction sur le territoire métropolitain.
- **Effondrement d’un bouchon instable d’une catiche remblayée** : certaines catiches sont remblayées avec des matériaux divers. Ceux-ci peuvent se tasser en profondeur et,

simultanément, provoquer l'apparition d'un bouchon instable dans la partie supérieure rétrécie d'une catiche. Dans ce cas, entre la base du bouchon et le sommet du remblai, peut exister un vide de plusieurs mètres de hauteur. L'effondrement du bouchon a les mêmes effets que l'effondrement d'une voûte de pierre.

- **Affaissement d'un remblai de remplissage d'une catiche** : les matériaux non stabilisés présentent des tassements, sous leur propre poids, ou par l'effet d'une venue d'eau, sans qu'un bouchon ne se forme dans la partie supérieure de la catiche. Dans ce cas, le mouvement de terrain consiste en un affaissement progressif, plus ou moins important et rapide, en fonction de l'intensité de l'agent naturel et de la nature des matériaux constituant le remblai. Ce type de phénomène est extrêmement fréquent. Les terrains non revêtus sont particulièrement touchés. Les précipitations intenses de l'année 2023/2024 ont généré de nombreux affaissements du fait du fluage des matériaux.
- **Effondrement d'un ou de plusieurs piliers d'une carrière** : ce cas est beaucoup plus rare. L'effondrement d'un seul pilier entraîne, de façon quasi certaine, une excavation de 200 à 400 m² de superficie et de 10 à 15 mètres de profondeur. L'état de rupture d'un pilier est constaté lorsque la contrainte au cœur de matériau est supérieure à sa capacité portante. Avec le temps, des fissures apparaissent dans le pilier puis des blocs se détachent de ce dernier. Le pilier s'écaille et prend la forme d'un diabololo. Arrivé à cet état, le pilier est considéré comme étant en état de ruine. La rupture est imminente.
- **Effondrement progressif du ciel de la carrière** : le ciel de la cavité est composé de lits de craie constituant autant de dalles rocheuses. Il se comporte donc comme une dalle qui supporte des efforts de flexion, d'effort tranchant, de compression et de tension. L'effort tranchant notamment cisaille la dalle au droit des piliers, faisant reporter la charge sur la dalle supérieure. Cet enchainement vers la surface conduit au phénomène de « remontée de voûte » ou « cloche de fontis ». Quand ce phénomène atteint les sols de surface peu résistants et si le volume de vides est suffisant, il apparaît un cratère appelée « fontis ». Si le foisonnement des matériaux éboulés est suffisant pour combler totalement le vide disponible, le phénomène se bloque. Les dimensions du fontis dépendent de la géométrie des galeries.
- **Effondrement généralisé** : l'effondrement généralisé se caractérise par un abaissement violent et spontané de la surface qui se manifeste sous la forme d'une excavation d'étendue plus ou moins importante. Ce type de phénomène est généralement dû à des cloches de fontis voisines qui se rejoignent pour former une énorme poche de vide sous les sols de surface peu résistants, qui cèdent ensuite de manière brutale.
- **L'effondrement de masse** se caractérise par un abaissement lent et différé de la surface qui se manifeste sous la forme d'une excavation d'étendue plus ou moins importante. Ce type de phénomène est généralement dû à l'effet « château de cartes » de piliers qui cèdent les uns après les autres sous les effets de la redistribution des charges. Néanmoins le phénomène peut parfois se produire de manière brutale lorsque la rupture d'un pilier entraîne de façon immédiate la rupture de tous les autres piliers. Dans un tel cas, les dégâts sur les biens et l'environnement sont considérables. Ces deux derniers phénomènes sont particulièrement rares, fort heureusement, ils se sont produits respectivement une fois chacun sur le territoire de la Métropole Lilloise.