

rapport d'études

mars 2025

aménagement et projet urbain

Ingénierie pour la renaturation de friches

Opportunité de mise en place de phytomanagement sur 3 friches du Pays de Montbéliard



AGENCE
DE DÉVELOPPEMENT
ET D'URBANISME
DU PAYS DE MONTBÉLIARD

SOMMAIRE

1	Introduction.....	4
2	La pollution des sols : un défi environnemental et des solutions naturelles	5
2.1	Un enjeu prégnant à toutes les échelles.....	5
2.2	Le parc des Allaires à Vieux-Charmont, un projet pilote.....	5
2.3	Une solution écologique, gérer la pollution grâce aux plantes.....	6
3	Une ingénierie pour essaimer les projets de phytomanagement.....	7
3.1	Contacts avec trois collectivités intéressées par l’opportunité du phytomanagement	7
3.2	Etudes pollution en partenariat avec le Master Gestion de l’Environnement.....	7
4	Bethoncourt friche de la Lizaine	8
4.1	Présentation du site.....	8
4.2	Caractéristiques du site et PLU	9
4.3	Etat de connaissance préalable de la pollution.....	11
4.4	Étude de la pollution et analyse des risques sur la friche de la Lizaine Herbie	12
4.5	Résultats sur la friche de la Lizaine à Bethoncourt.....	13
5	Colombier Fontaine friche Baumann	14
5.1	Présentation du site.....	14
5.2	Un site soumis au risque d’inondation	15
5.3	Informations connues préalablement sur la pollution du site	15
5.4	Étude de la pollution analyse des risques sur la friche Baumann.....	15
5.5	Synthèse de l’étude pollution et de l’analyse des risques.....	16
5.6	Vocation et programmation retenue par la collectivité à l’issue des études.....	17
6	Audincourt site du transbordeur et de la gare	19
6.1	Présentation du site.....	19
6.2	Etat de connaissance préalable de la pollution.....	19
6.3	Étude de la pollution analyse des risques sur la friche du transbordeur.....	21
6.4	Le site du transbordeur retenu dans le cadre du projet IASIS	23
6.5	Essaimage des techniques de phytomanagement sur le site d’Audincourt.....	23
6.6	Calendrier du projet.....	24
6.7	Financement du projet.....	24
7	Facteurs de réussite d’une démarche phytomanagement.....	25
8	Conclusion.....	26

1 Introduction

Avec la loi climat et résilience et l'objectif de diminution de l'artificialisation des sols, de plus en plus de friches sont susceptibles d'être mobilisées pour assurer un développement plus vertueux des territoires. Souvent concernées par la présence de pollution, leur reconversion peut engendrer des coûts importants de mise en décharge spécialisée des terres. Pourtant, sous certaines conditions, des alternatives existent, dont le phytomanagement.

Dans le Pays de Montbéliard, le projet ECOPOLIS, financé par l'Agence Nationale de Recherche et dédié à la reconversion de la friche industrielle de Vieux Charmont, l'Agence d'Urbanisme a joué un rôle central au côté d'acteurs publics et privés. Grâce à sa connaissance approfondie du territoire, elle a analysé les enjeux du site et proposé des scénarios d'aménagement adaptés. Elle a aussi favorisé une approche concertée en fédérant divers acteurs et en organisant des échanges et visites. Enfin, son engagement dans la sensibilisation du public a permis une meilleure appropriation du projet par les habitants. Son action démontre l'importance d'une démarche intégrée et participative pour une réhabilitation durable des friches industrielles.

Dans le cadre du projet ECOPOLIS, l'ADU et l'AUTB ont également contribué à développer une méthode permettant :

- d'**identifier et renseigner** les sites pollués dans une base de données géoréférencée à l'échelle du Nord-Franche-Comté ;
- de **sélectionner** les sites techniquement compatibles avec les phytotechnologies ;
- de **hiérarchiser** les sites au regard d'une analyse multicritères ;
- et enfin, de **confirmer l'opportunité** de mettre en œuvre des techniques de phytomanagement auprès des responsables politiques et des propriétaires.

A l'issue des entretiens en phase opportunité, 3 communes se sont montrées intéressées pousser les études en vue de confirmer l'opportunité d'essayer les techniques de phytomanagement testées sur le site de Vieux-Charmont. Il s'agit de sites avec une maîtrise foncière publique :

- la friche du transbordeur à Audincourt, à côté de l'ancienne gare ;
- la friche de la Lizaine – Herbie à Bethoncourt ;
- la friche Baumann à Colombier-Fontaine.

Grâce au concours financier de l'Etat au titre du programme Fonds d'accélération de la transition écologique dans les territoires (« Fonds-Vert »), ces sites ont pu faire l'objet d'un accompagnement en ingénierie de l'ADU. Cette mission a été intégrée au programme de travail de l'ADU de 2024.

Cet accompagnement visait à accompagner les trois communes dans la définition et le montage de leur projet en commençant par un appui au lancement d'études pollution pour la caractériser finement et conduire des analyses de risques. Puis, en cas de compatibilité avérée avec les techniques de phytomanagement, à définir le projet et le chiffrage de l'opération et appuyer à la réalisation de dossiers de demandes de subvention, le cas échéant.

Nous tenons à remercier nos partenaires locaux pour leur mobilisation :

- Michel Chalot et Manhattan Lebrun de l'Université Marie et Louis Pasteur
- Les étudiants du Master 2 Gestion de l'environnement
- Guillaume Rimbert, Sandrine Guillet et Alain Billette de la commune de Bethoncourt
- Annie Lautissier de l'association du patrimoine de Bethoncourt
- Matthieu Bloch, Pierre Nachin, Philippe Geoffroy et Jean-Pierre Corvec de la commune de Colombier-Fontaine
- Fabienne Generet de la ville d'Audincourt
- Noémie Rocault de Territoire 25

2 La pollution des sols : un défi environnemental et des solutions naturelles

2.1 Un enjeu prégnant à toutes les échelles

L'industrialisation et les activités humaines ont profondément modifié la qualité des sols au fil des décennies, en y introduisant de nombreux polluants. En Europe, environ 690 000 sites sont aujourd'hui concernés par la pollution des sols, tandis qu'en France, plus de 10 000 sites sont répertoriés comme pollués ou potentiellement pollués. Beaucoup de ces sites correspondent à des *friches*, c'est-à-dire des terrains autrefois utilisés pour des activités industrielles ou commerciales, mais laissés à l'abandon et nécessitant une intervention avant de pouvoir être réutilisés.

Parmi les polluants les plus courants figurent les *éléments traces métalliques* (ETM), comme le cadmium (Cd) et le zinc (Zn), naturellement présents dans l'environnement. Toutefois, lorsque leur concentration devient trop élevée, ces métaux peuvent s'avérer toxiques pour les organismes vivants, entraînant des risques pour la santé, tels que des dommages cellulaires ou une augmentation du risque de cancer. Outre ces impacts sanitaires et environnementaux, les sites pollués restent souvent inexploités, freinant ainsi le renouvellement urbain et la préservation des terres naturelles.

Dans le Nord-Est de la Franche-Comté, l'essor industriel, notamment dans les secteurs de l'automobile et de la quincaillerie, a laissé derrière lui des friches industrielles. La communauté d'agglomération du Pays de Montbéliard (PMA) et plusieurs communes souhaitent aujourd'hui réhabiliter ces espaces. Sur certains sites, la nature a déjà commencé à reprendre ses droits, avec l'apparition spontanée de plantes capables de s'adapter aux sols contaminés.

2.2 Le parc des Allaires à Vieux-Charmont, un projet pilote

Avec le phytomanagement, il est possible de gérer la pollution *in situ* avec l'aide des plantes. Développé dans le cadre d'un programme de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche, le projet ECOPOLIS¹ comprenait la résorption d'une friche industrielle sur et la création d'un parc de recherche scientifique sur le phytomanagement sur la friche de Vieux-Charmont.

Aujourd'hui, le parc des Allaires, du nom de la plante découverte sur site et aux capacités d'extraction de certains polluants, est ouvert au public. Le projet a été mis en œuvre par PMA et le laboratoire Chrono Environnement. Il est animé par des interventions du Pavillon des sciences. Ce projet pilote a vocation à montrer l'intérêt de cette méthode et à vulgariser les recherches scientifiques pour permettre à plus long terme l'essaimage des techniques de phytomanagement.



¹ Une synthèse du projet [ECOPOLIS](#) est disponible sur le site de l'ADU

2.3 Une solution écologique, gérer la pollution grâce aux plantes



L'alliaire, plante phytoextractrice. © ADU

Pour les sites qui s'y prêtent, il s'agit de développer la gestion de la pollution d'un sol *in situ* avec l'aide des plantes. Le phytomanagement vise à diminuer sensiblement les risques sanitaires et environnementaux et à rendre les risques résiduels acceptables. Les contaminants peuvent être extraits par les plantes (phytoextraction) ou dégradés au niveau des racines ou des feuilles (Le rhizo-ou phytodégradation), ou encore fixés au niveau des racines et complexés avec l'humus par des micro-organismes (phytostabilisation) ce qui rend les contaminants moins biodisponibles.

Le phytomanagement est une alternative aux techniques de traitement traditionnel généralement assurées hors site ou parfois *in situ* par traitement thermique, lavage des terres, stabilisation biochimique. Ces techniques éprouvées demandent beaucoup d'énergie et/ou d'intrants... Le phytomanagement au contraire est une méthode basée sur le vivant et de moindre coût.

La gestion d'une friche par phytomanagement présente des avantages collatéraux tout à fait indispensables à la transition écologique et notamment : une meilleure fonctionnalité des sols avec l'activation de la vie dans le sol qui permet d'accroître la capacité de stockage du carbone dans le sol, une augmentation de la biodiversité dans le sol et en surface ainsi que l'amélioration du cycle de l'eau (désimperméabilisation, îlots de fraîcheur avec des plantations ligneuses, meilleure résilience face aux inondations).

Ce mode de gestion est particulièrement approprié sur les sites présentant une surface végétale importante ou "reconstituable" et en même temps des contraintes réglementaires (PPRI et/ou d'aléas miniers importants) qui empêchent leur réutilisation pour

des projets de construction. Le phytomanagement peut également permettre de gérer l'attente en vue d'un projet et d'une nouvelle utilisation ultérieure. Ce peut être le cas sur des sites moins contraints d'un point de vue environnemental, mais peu enclins à muter à court terme du fait d'une faible tension du marché local ou d'une priorisation sur certains sites plus stratégiques pour la mise en œuvre des politiques de développement. Ainsi, la gestion de la pollution par les plantes sur des friches industrielles permet de répondre à certains enjeux des territoires et à l'objectif national Zéro Artificialisation Nette à l'horizon 2050, tout en améliorant dès les premières années les fonctionnalités des sols et les risques environnementaux et sanitaires.

Enfin, dernier avantage et non des moindres, l'essaimage de projets de phytomanagement à partir de l'expérience acquise sur le site pilote de la friche de Vieux-Charmont, permet de sensibiliser aux enjeux de la pollution, de la qualité et du respect des sols en touchant progressivement davantage de populations.

3 Une ingénierie pour essayer les projets de phytomanagement

3.1 Contacts avec trois collectivités intéressées par l'opportunité du phytomanagement

L'ADU a accompagné les trois communes de Bethoncourt, Colombier Fontaine et Audincourt dès la fin d'année 2023 afin de préparer une première étape d'étude de la pollution sur les 3 friches. Les échanges avec les communes ont conduit à envisager les études de pollution en tenant compte des réflexions dans le cadre de la révision du PLU pour Bethoncourt, d'une perspective de renaturation pour Colombier-Fontaine et d'un projet urbain sur le site de la gare, connexe au site du transbordeur à Audincourt. Ces sites avaient tous la particularité de croiser enjeux environnementaux, urbains, voire énergétiques que l'ADU a synthétisés en amont des études de pollution.

3.2 Etudes pollution en partenariat avec le Master Gestion de l'Environnement

La première étape consistait à caractériser finement la pollution des sites. Pour étudier cette question dans une perspective de phytomanagement et minimiser les frais pour les collectivités tout en mettant des sites à disposition d'étudiants dans le cadre de leur formation, l'ADU a approché Michel Chalot enseignant chercheur du Master Gestion de l'Environnement de l'université Pierre et Marie Curie et pilote du projet ECOPOLIS. Il a confirmé la possibilité de faire intervenir des étudiants à partir du mois de novembre 2023 sur chacun des trois sites, dans le cadre de TP ou de projets tuteurés en partenariat avec l'ADU et les collectivités.

La démarche des étudiants devait suivre le même protocole que la méthodologie nationale sur les sites et sols pollués tout en répondant aux objectifs de l'enseignement du Master en proposant une démarche scientifique. Les différentes étapes ont consisté à :

- Mettre en œuvre les relevés / expérimentations / analyses :
 - Prélèvements de sol et végétaux pour appréhender la pollution et la capacité de stabilisation et d'extraction des végétaux ;
 - Analyses des contaminants (uniquement préparation des échantillons ; analyses effectuées par la plateforme Pea2t du laboratoire Chrono-environnement) ;
 - Inventaire floristique (selon méthodologie Braun-Blanquet) ;
 - Calcul du risque (selon Méthodologie nationale des SSP).
- Interpréter les résultats obtenus ;
- Conclure/ouvrir des perspectives quant à la gestion future de la friche au regard des projets envisagés par les collectivités ;
- Mettre en commun des réflexions et analyses des 3 groupes.

L'ADU a organisé les rencontres entre les 3 communes, les étudiants et les enseignants du Master pour échanger sur les éléments de contexte, les objectifs des études sur la pollution et pour arrêter ensemble les modalités d'accès aux sites. Il s'en est suivi la supervision des études par le responsable universitaire et une chargée d'études de l'ADU. Les résultats ont été partagés avec les 3 communes pour préciser la programmation et les suites à donner pour la renaturation.

La suite du rapport est présentée par site d'étude.

4 Bethoncourt friche de la Lizaine

4.1 Présentation du site

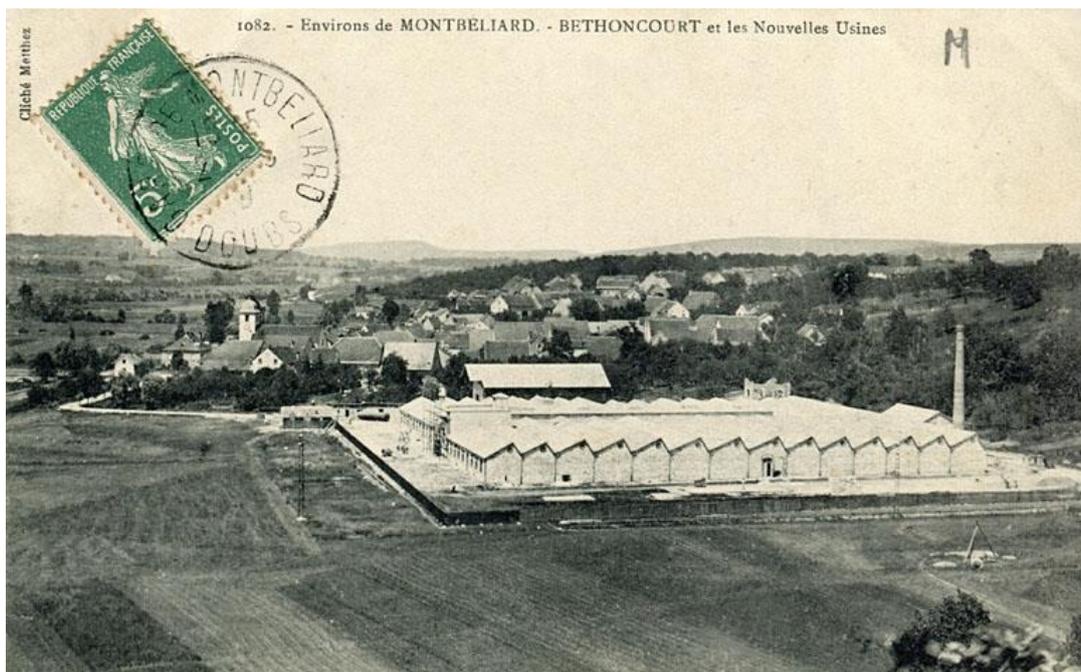
La friche de la Lizaine - Herbie est située à Bethoncourt qui jouxte la centralité de Pays de Montbéliard Agglomération, dans un contexte urbain à périurbain. Ce secteur de l'agglomération innervé par la rivière de la Lizaine a connu un fort développement industriel à la fin du XIXe et au début du XXe siècles dans l'activité des filatures et de l'automobile (essor de Peugeot à Sochaux). A Bethoncourt, la totalité des activités industrielles ont périclité.

Le site était une filature de coton construite au début du XXe siècle par une société textile implantée à Héricourt. Il comprenait un atelier principal d'environ 7600 m², d'un logement patronal et d'une cité ouvrière toujours existante. L'activité de tissage s'est arrêtée en 1973 et les ateliers ont été rachetés par Peugeot qui les a utilisés comme entrepôts. L'usine est désaffectée en 2003 et rachetée par la ville en 2004. Elle a fait démolir l'ensemble des ateliers en 2006 et a conservé la conciergerie dont l'état se dégrade rapidement.

Le site est actuellement occupé par les ateliers municipaux qui y entreposent du matériel et qui sont susceptibles de déménager dans les années à venir.

Il pouvait donc y avoir différentes sources de contaminants en fonction des périodes d'occupation (y compris récentes).

<https://patrimoine.bourgognefranche-comte.fr/dossiers-inventaire/filature-de-coton-schwob-dite-filature-de-la-cotonniere-dhericourt-ou-filature-de-la-lizaine-ia25001021>



4.2 Caractéristiques du site et PLU

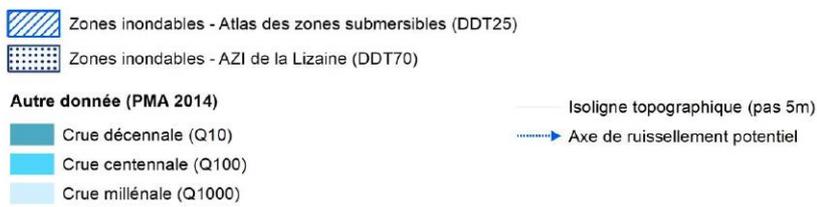
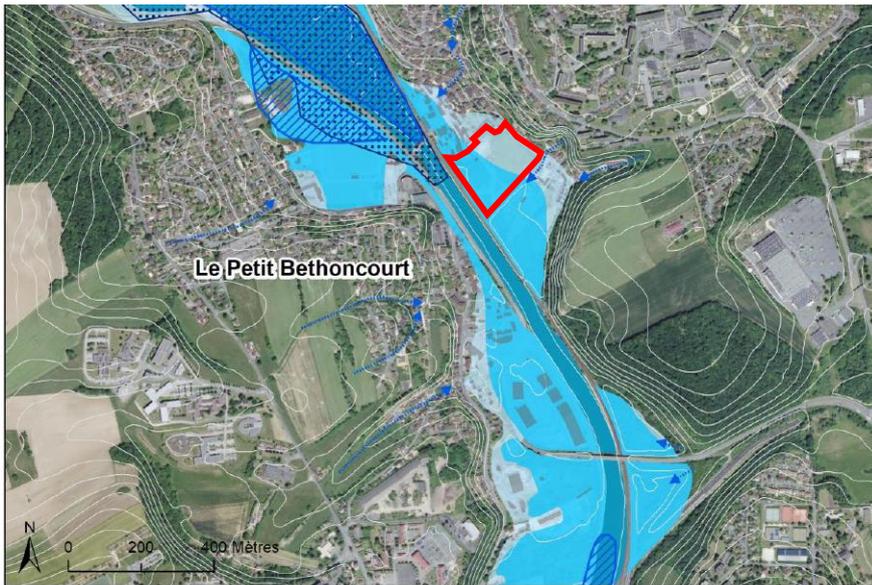
Sur Bethoncourt, le PLU est en cours de révision. Une Orientation d'Aménagement et de Programmation est prévue sur secteur centre incluant la friche de la Lizaine Herbie. Le site est également concerné par un risque d'inondation selon les données PMA 2014 (crue d'occurrence centennale et millénale) et comprend une zone humide recouverte d'un petit boisement.



Vue aérienne du secteur faisant l'objet d'une OAP centre. Valoriser le patrimoine, résorber une friche, franchir les coupures des infrastructures.



Occupation du sol du site de la Lizaine : source Prélude 2023, traitement ADU



Un site soumis aux inondations et bordé par un axe de ruissellement potentiel. Source Prélude, traitement ADU

4.3 Etat de connaissance préalable de la pollution

La commune a remis à l'ADU un extrait du mémoire de cessation d'activité de Peugeot. Réalisé par ATOS Environnement et daté du 10 janvier 2003, il donne des résultats relatifs à 3 points de sondages réalisés dans l'emprise de l'ancien atelier avec des analyses concernant les HAP, HCT et PCB sans repérer de traces ni d'odeurs. Il atteste de la prise en charge et de la destruction d'un transformateur en date du 05 mai 2004.

Elle ne disposait d'aucun élément sur la pollution éventuelle liée à l'activité antérieure de la filature.



Pour étudier les possibilités de phytomanagement, ce rapport appelait des analyses complémentaires afin de caractériser la présence de métaux le cas échéant.

4.4 Étude de la pollution et analyse des risques sur la friche de la Lizaine Herbie

A **Bethoncourt**, l'ADU a organisé une rencontre entre Guillaume Rimbart, Directeur Général des services de la commune, Alain Billette, Directeur des Services Techniques et Sandrine Guillet, directrice des services techniques et les étudiants ainsi que leurs encadrants. L'association du patrimoine a également été invitée pour évoquer les activités antérieures liées à la filature.

Une première rencontre s'est tenue **le jeudi 9 novembre 2023**. Après un accueil en mairie et une présentation du contexte, des besoins et des objectifs du projet tuteuré, une déplacement *in situ* a permis d'appréhender collectivement le site. Les modalités d'accès au site en vue de prélèvements de sol et de végétaux ont également été précisés.



4.5 Résultats sur la friche de la Lizaine à Bethoncourt

Le 9 février 2024, les étudiantes du projet tuteuré ont présenté le résultat à Madame Guillet, DST de la commune.

L'étude avait pour but d'analyser la présence d'éléments trace métallique (ETMs) dans les sols et d'aider la municipalité à évaluer la faisabilité du projet de phytomanagement.

Les analyses effectuées par le laboratoire PEA2t montrent qu'au moment de l'étude, la fréquentation du site de la Lizaine ne présente aucun risque pour la santé. Les résultats indiquent des concentrations en polluants faibles à moyennes dans les sols.

Par ailleurs, l'examen des plantes prélevées sur place n'a révélé aucune espèce accumulant fortement ces polluants. Les niveaux mesurés restent inférieurs aux seuils définis par Kabata-Pendias en 2010.

Concernant les risques sanitaires, au vu des résultats et du projet envisagé (parc photovoltaïque), aucune mesure de protection particulière n'est nécessaire pour l'avenir du site pour un usage en parc photovoltaïque. Ce site n'est pas adapté au déploiement du phytomanagement pour les ETMs.

Toutefois, il serait pertinent de poursuivre les recherches sur d'autres types de polluants, notamment les polluants organiques (POP), afin d'approfondir l'analyse environnementale du site.



La suite du travail de programmation se poursuit dans le cadre du PLU avec la définition d'OAP qui est en cours.

5 Colombier Fontaine friche Baumann

5.1 Présentation du site

La friche Baumann est située à Colombier-Fontaine, à l'Est de Pays de Montbéliard, dans un contexte rural. Ce secteur de l'agglomération a connu un fort développement industriel à la fin du XIXe et au début du XXe siècles dans plusieurs domaines d'activités (fonderie, travail du métal, travail du bois). Cette partie de la vallée du Doubs aval compte aujourd'hui encore quelques activités industrielles (fonderie Castmétel) et plusieurs friches (Méquillet Noblot, ancienne scierie, Baumann).

Le site Baumann était une ancienne chaiserie créée en 1901 par Emile Baumann. Elle s'est spécialisée dans le bois courbé et avait une très grande notoriété. Son process comprenait notamment la découpe des pièces, le cintrage du bois, le façonnage des pièces, l'assemblage, le traitement de surface, l'emballage et l'expédition.

L'usine ferme définitivement ses portes en décembre 2003. La commune devient propriétaire du site.

En dehors du bâtiment originel, l'ensemble des bâtiments a été démoli et le site revégétalisé.

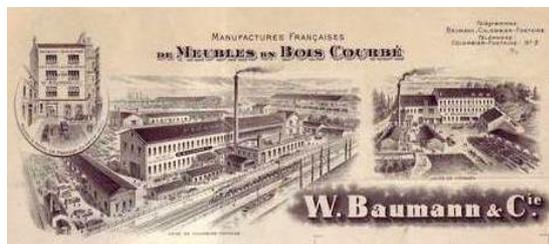


Sources des images :

Remonter le temps - 1953

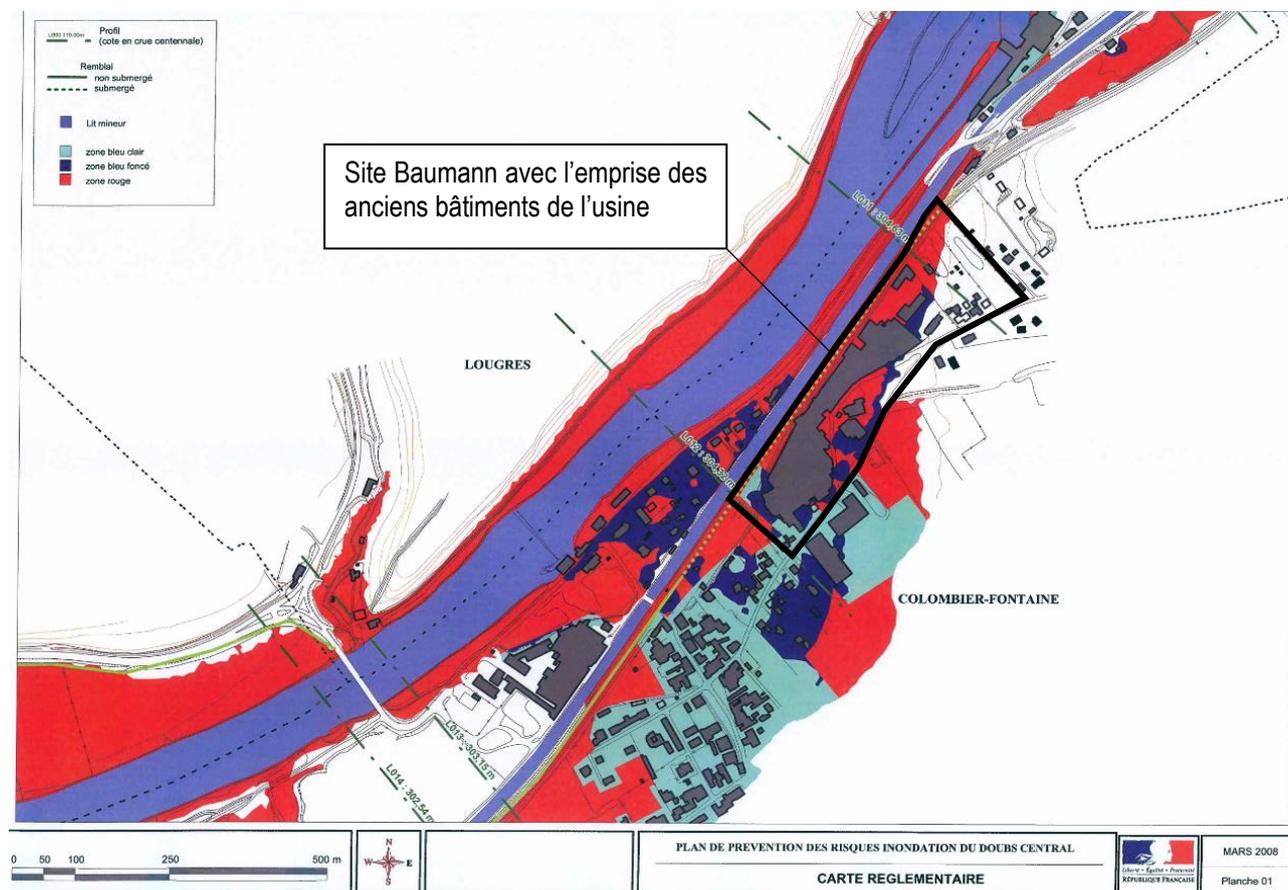
<https://www.leblogantiquites.com/2012/06/baumann-la-chaise-de-france.html> /

<http://www.residues.net/baumann.html>



5.2 Un site soumis au risque d'inondation

Après la démolition de l'usine Baumann, la situation majoritairement en PPRI rouge ou bleu foncé n'a pas permis à la collectivité d'y développer de nouvelles activités. Seule la zone située à l'Est du site a été réinvestie pour développer quelques pavillons et la partie Ouest comprend une aire pour l'accueil d'une foire une fois par an.



5.3 Informations connues préalablement sur la pollution du site

Après renseignement auprès des élus de la commune, elle ne disposait pas de données précises concernant la « dépollution » après démolition de l'usine Baumann. Elle a été réalisée pour permettre un usage industriel sans que nous ayons pu avoir au mémoire de cessation d'activités et au plan de gestion. Il s'agissait donc de chercher à objectiver la pollution résiduelle aux éléments trace métalliques pour évaluer l'opportunité de développer des solutions de phytomanagement.

5.4 Étude de la pollution analyse des risques sur la friche Baumann

A Colombier-Fontaine, une réunion de lancement avec les étudiants du Master Gestion de l'Environnement et les représentants de la commune et l'ADU s'est tenue le vendredi 10/11/2023. Le projet tuteuré encadré par l'ADU et les enseignants a mobilisé 3 étudiantes qui ont été accueillies en mairie par Matthieu Bloch, Philippe Geoffroy, Pierre Nachin et Jean-Pierre Corvec pour une présentation du contexte de la friche, des projets et des attentes. Les étudiantes ont proposé un plan d'échantillonnage et précisé leur méthodologie.



Visite de la friche de Colombier-Fontaine le 10 novembre 2023.



5.5 Synthèse de l'étude pollution et de l'analyse des risques

Le résultat de l'étude² a été présentée le 08/02/2024 en présence des élus et de l'ADU. Elle visait à mesurer la quantité d'éléments trace métalliques présents dans les sols autour de la friche industrielle afin d'aider la municipalité à évaluer la faisabilité de son projet de renaturation en développant des techniques de phytomanagement en cas de pollution et de risques sanitaires.

D'après les analyses effectuées par le laboratoire PEA2t, le site BAUMANN ne présente actuellement aucun risque pour la santé des visiteurs. Les tests ont montré que les sols proches de l'usine abandonnée contiennent très peu de polluants. De plus, l'examen des plantes prélevées sur place n'a révélé aucune espèce capable d'accumuler ces substances en grande quantité. Les niveaux détectés restent en dessous des seuils établis par Kabata-Pendias en 2010. On note toutefois une diversité végétale intéressante sur la prairie en gestion différenciée, en raison d'un entretien plus espacé.

Concernant les risques pour la santé et en lien avec le projet prévu, aucune mesure particulière n'est nécessaire pour l'avenir du site BAUMANN. Seules quelques recommandations sur l'aménagement paysager peuvent être envisagées.



Étude de la pollution aux ETMs dans les sols



Enfin, il pourrait être pertinent d'approfondir les recherches sur d'autres types de pollution que les éléments trace métalliques, afin d'obtenir une vision plus complète de la situation environnementale du site.

² Rapport technique d'étude de la pollution aux ETMs dans les sols. Friche Baumann à Colombier-Fontaine. Février 2024. BESIN Flore, FAUCHOIS Chloé, PETTAZZONI Pauline. Sous la supervision de Michel CHALOT et Cathy KUHN

5.6 Vocation et programmation retenue par la collectivité à l'issue des études

Au regard du PPRI et des résultats de l'étude complémentaire sur la pollution, la collectivité envisage de renaturer le site avec les éléments de programme suivants :

- La plantation d'arbres, idéalement, des grands sujets d'essences endémiques et variées, en multipliant les variétés d'essences, pour augmenter la quantité de niches écologiques potentielles, mais surtout, pour accroître les chances d'avoir des essences qui résisteront à long terme. Ces arbres seraient identifiés avec des plaquettes (noms français, vernaculaire et latin) comme dans un arboretum.
- La création d'un verger de conservation de cinq arbres (variétés anciennes), si possible en collaboration avec l'association Vergers Vivants (prendre en compte l'entretien de taille à venir).
- La mise en place des zones enherbées en gestion différenciée, éventuellement en lien avec des zones humides (voir la partie sur le ruisseau) ; des cheminements seraient indifférenciés simplement par une tonte plus régulière.
- La création d'un petit amphithéâtre à partir de matériaux de récupération, par exemple, quelques pierres de taille disposées en arc de cercle autour d'une petite aire pavée et circulaire. Cet élément de programme est issu de réflexions conduites avec les étudiants du lycée agricole de Valdoie : trois des six projets proposaient ce type de fonction jugée pertinente.
- Eventuellement, la création d'une ou deux pistes de pétanque supplémentaires, placées dans des lieux rendus plus agréables et ombragés pour les associations, éventuellement avec la possibilité d'organiser des concours.

Le ruisseau du Rorbe parcourt le site sur un peu moins de 120 mètres, dont 70 mètres sont recouverts. Plusieurs options sont envisageables sur le tronçon recouvert, allant de la plus sobre financièrement à la plus intéressante écologiquement :

- A. Un simple retrait des dalles de couverture en béton avec maintien en place des éléments en U qui forment les berges et le lit de cette partie.
-> Cela ne coûte rien à la collectivité, mais n'apporte pas une grande valeur ajoutée paysagère et environnementale.
- B. Une purge de tous les ouvrages en béton et un laisser-faire pour que le lit se recrée spontanément.
-> Cela est un peu plus coûteux, mais donne potentiellement quelque chose de plus intéressant pour le paysage et la biodiversité.
- C. Une renaturation cette partie avec :
 - Un reméandrage pour allonger le cours.
 - Une zone de débordement en cas de crue et/ou une zone humide... éventuellement en lien avec les noues présentes.
 - Deux ans après la renaturation, la collectivité pourrait étudier la réintroduction d'écrevisses endémiques. Cela pourrait être une réserve, sur le modèle du Bief qui est une réserve nationale de la truite fario (voir les travaux de réintroduction de l'aquarium de la Citadelle de Besançon).

Cette dernière option est la plus ambitieuse, mais peu probable au dire des élus, compte tenu des autres projets communaux leurs coûts (notamment projets d'espaces publics et de résorption de la friche de la scierie). L'ADU a néanmoins orienté la collectivité vers le 12^e programme de l'Agence de l'Eau pour ce qui concerne la renaturation du ruisseau du Rorbe.



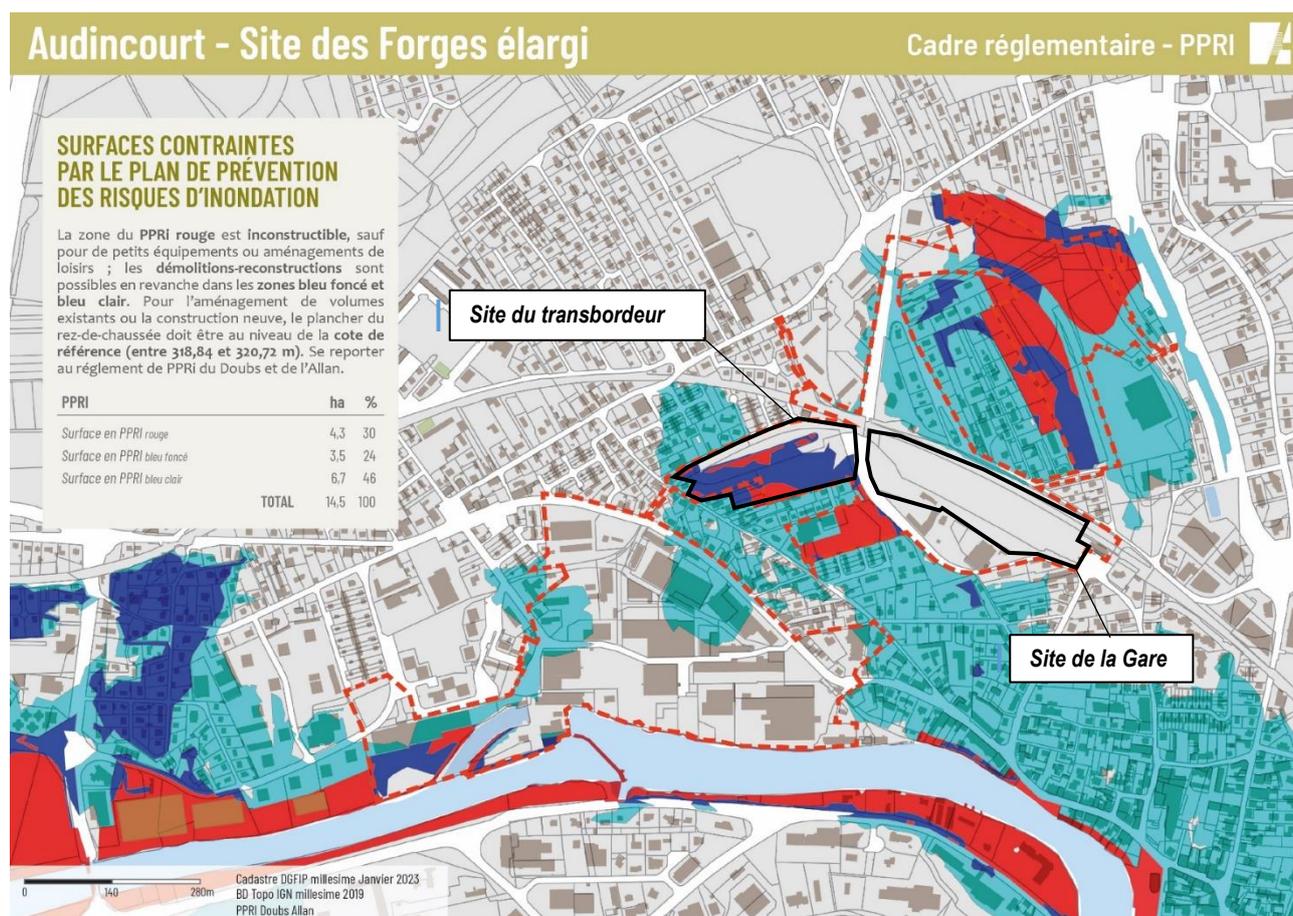
Esquisse exploratoire réalisée par l'un des groupes d'étudiants de Valdoie. Projet 5 _ EITEL - SILBERNAGEL - ROTA

6 Audincourt site du transbordeur et de la gare

Les élus d'Audincourt souhaitent redonner vie aux friches situées autour de l'ancienne gare. Leur projet repose sur deux axes principaux : la création d'un nouveau quartier mêlant habitat et services sur le site de la gare, ainsi que la transformation du site de l'ancien transbordeur en un espace vert accessible à tous et intégrant une gestion de la pollution par les plantes.

6.1 Présentation du site

Le site d'étude couvre une superficie de près de 2,3 hectares, sur la rive droite du Doubs, en secteur inondable (figure ci-dessous). Le site est concerné par le PPRI du Doubs. La majeure partie du site est classée en zone bleu foncé, une partie se trouve en zone rouge, interdisant les nouvelles constructions de logements. Seule la frange Nord du site n'est pas concernée par le risque d'inondation.



6.2 Etat de connaissance préalable de la pollution

La ville d'Audincourt a mis à disposition de l'ADU un diagnostic environnemental du milieu souterrain qui a été réalisé par le bureau d'étude BURGEAP (rapport datant du 05/12/2014). Les analyses du sol montraient plusieurs types de pollution sur le site :

- des métaux en quantité anormalement élevée dans presque tous les sondages, sauf trois.
- une forte contamination par des hydrocarbures et des HAP (substances toxiques issues du pétrole et du charbon) au sondage S15, dépassant les seuils autorisés pour les décharges de déchets inertes.
- des hydrocarbures détectés dans la plupart des prélèvements, avec des concentrations proches des limites réglementaires dans certaines zones.
- des traces de polluants sur presque tous les sondages, avec un pic de naphtalène (un composé toxique) au sondage S11.
- des hydrocarbures aromatiques, dont le benzène (substance nocive), présents dans environ la moitié des échantillons.

- aucun solvant chloré détecté dans les analyses effectuées.

Les observations sur place montraient que le site avait non seulement servi aux activités ferroviaires et au stockage de charbon, mais aussi de décharge pour des déchets de fonderie et divers matériaux (briques, béton, bois, verre, goudron, etc.). Une grande partie du sol est composée de remblais industriels contenant ces déchets, parfois sur plus de 2 mètres de profondeur.

De manière générale, les contaminants présents sont liés aux anciennes activités industrielles du site.

Enfin, le rapport précisait que si des travaux de terrassement sont prévus, les terres du sondage S15 ne pourront pas être envoyées en décharge classique et nécessiteront un traitement spécifique. Les autres terres pourraient être évacuées, mais seulement après des analyses complémentaires pour vérifier la présence de métaux.



Localisation des investigations de sols. Source, rapport RSSPCE04346-01. Burgeap, 05/12/2014

6.3 Étude de la pollution analyse des risques sur la friche du transbordeur

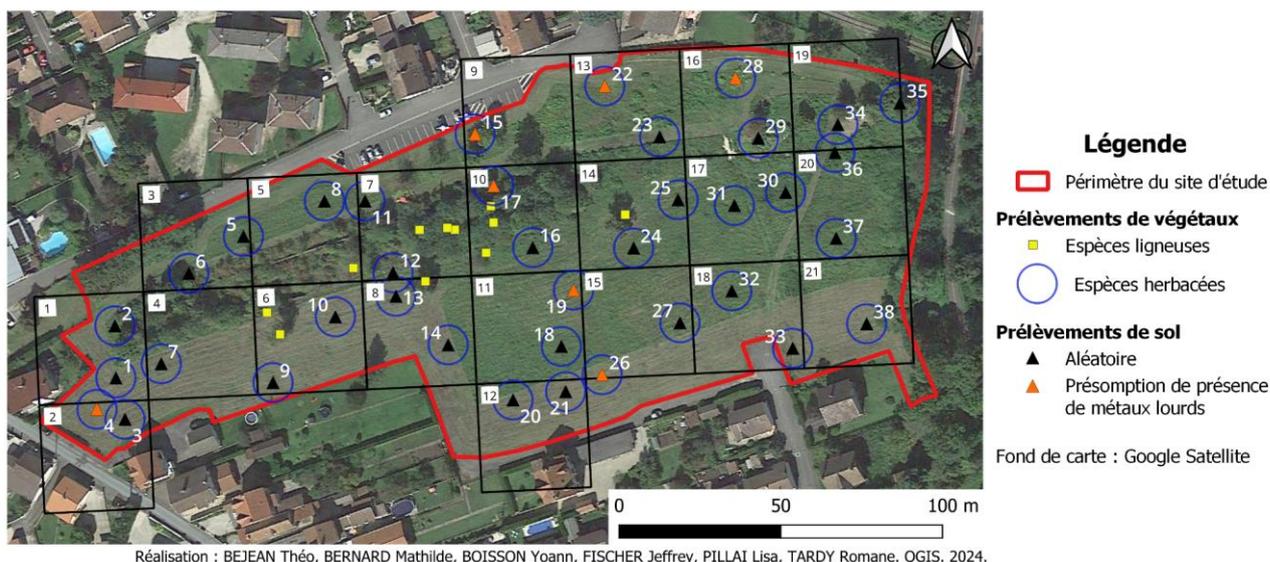
Les études sur les sites de la Gare et du transbordeur ont été initiés **le mercredi 8/11/2024**. Une **vingtaine d'étudiants ont été répartis en 2 groupes** : l'un sur la partie arborée dans le prolongement du projet urbain, l'autre sur la partie herbacée de l'ancienne zone du transbordeur.

- **Fabienne Generet** et l'ADU ont présenté le contexte de la friche, les projets et les attentes de la collectivité ;
- Les étudiants et leurs encadrants ont détaillé la méthodologie universitaire ;
- Une visite *in situ* en présence de **Noémie Rocault, chargée de l'opération de reconversion de la gare** a présenté le projet urbain et de la problématique de la pollution qui a un impact important sur le bilan d'opération. Il s'agissait également de disposer d'éléments factuels pour rassurer, si nécessaire, les futurs acquéreurs sur la prise en compte de la pollution.

Les étudiants ont mené une étude pour analyser la qualité des sols et des plantes sur le site du transbordeur. Pour cela, ils ont divisé la zone en 21 carrés de 30 mètres de côté, en utilisant le logiciel QGIS. Ils ont ensuite prélevé 38 échantillons de sol, en ciblant particulièrement les zones connues pour être polluées par des métaux lourds (comme le cuivre, le zinc ou le plomb) en fonction d'études antérieures (burgeap 2012). Chaque prélèvement a été soigneusement tamisé et stocké pour analyse.

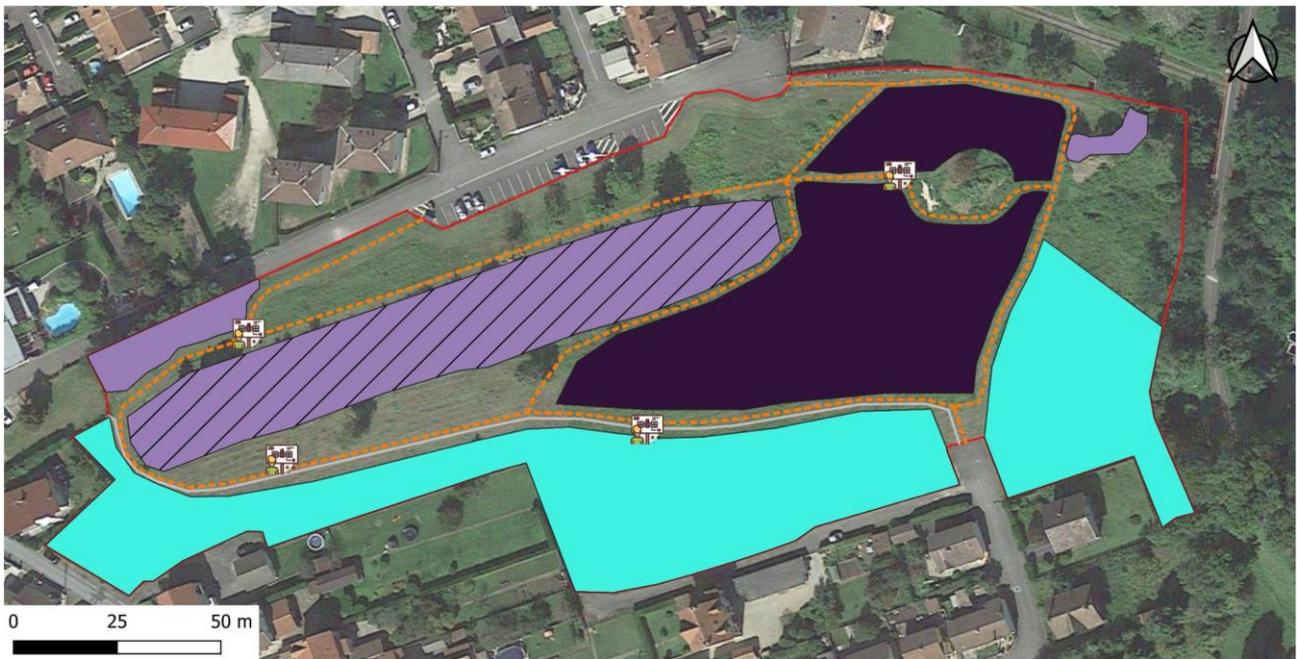
En parallèle, ils ont aussi collecté 159 échantillons de plantes, en prélevant des feuilles et des troncs, notamment des espèces dominantes du site. L'objectif était de comparer la présence des polluants dans le sol et dans la végétation.

Cette étude vise à mieux comprendre comment les polluants du sol affectent les plantes et, ainsi, évaluer les risques environnementaux de la zone.



Cette étude a confirmé et caractérisé plus finement la présence de polluants dans le sol, issus d'anciennes activités humaines. Il s'agit principalement du plomb (Pb), du zinc (Zn), de l'arsenic (As), du cuivre (Cu) et du manganèse (Mn). Ces substances ont influencé la végétation du site, favorisant certaines plantes capables de les tolérer ou de les absorber. En particulier, les arbres des genres *Salix* (saules), *Populus* (peupliers) et *Betula* (bouleaux) se sont révélés efficaces pour accumuler ces polluants.

Ces résultats ouvrent la voie à un projet de phytomanagement du site, en tenant compte des risques identifiés, notamment ceux liés au plomb. L'aménagement pourrait donc inclure des espaces dédiés à la recherche scientifique sur la dépollution par les plantes, ainsi qu'un parcours pédagogique expliquant cette méthode aux visiteurs. Le site pourrait aussi devenir un lieu de détente avec des sentiers de promenade et un arboretum.



Réalisation : BEJEAN Théo, BERNARD Mathilde, BOISSON Yoann, FISCHER Jeffrey, PILLAI Lisa, TARDY Romane. QGIS 2024.

Légende

- Zone de l'ancien transbordeur
- Présence d'arbres
- Parcelles expérimentales
- Séparation entre la zone à risques et la zone sans risque
- Périmètre du site d'étude
- Panneaux pédagogiques
- Chemins
- Arboretum

Fond de carte : Google Satellite

Schéma de réaménagement de l'ancien transbordeur de la gare proposé en fonction de l'analyse des contaminants. Source : rapport d'étude sur l'évaluation des risques sanitaires et les perspectives de réhabilitation. Projet de réaménagement de l'ancien transbordeur de la gare d'Audincourt (25). 02/02/2024. BEJEAN Théo, BERNARD Mathilde, BOISSON Yoann, FISCHER Jeffrey, PILLAI Lisa & TARDY Romane

6.4 Le site du transbordeur retenu dans le cadre du projet IASIS

Le programme européen IASIS vise à assainir les terres contaminées et salines avec des cultures industrielles et produire de la biomasse pour des applications à haute valeur ajoutée. Il mise sur le **phytomanagement** en mettant en réseau plusieurs sites européens pour favoriser les retours d'expérience et développer ces techniques en partenariat avec les acteurs locaux.

Les **agriculteurs** joueront un rôle clé dans ce processus. En cultivant ces plantes, ils contribueront à la **réhabilitation des sols** tout en générant des revenus grâce à la vente de la biomasse issue de ces cultures. Ces matières végétales seront ensuite transformées en divers produits industriels via un procédé de **bioraffinerie**.

Le projet se déroulera en plusieurs étapes :

1. **Sélection des meilleures plantes** adaptées aux sols pollués et amélioration de leur croissance grâce à des micro-organismes spécifiques.
2. **Expérimentation** sur huit sites en Europe (quatre sites contaminés et quatre sites salins) où ces plantes seront cultivées avec des pratiques agricoles durables.
3. **Transformation de la biomasse** en 10 produits intermédiaires et 10 produits finaux (comme des huiles ou des matériaux lignocellulosiques).
4. **Évaluation de la durabilité et de la rentabilité** des différentes méthodes de transformation.
5. **Création d'un outil d'aide à la décision**, destiné aux agriculteurs et aux entreprises, pour déterminer les meilleures stratégies selon les types de sols et de cultures.

Enfin, le projet prendra en compte les aspects **réglementaires et économiques**, avec des recommandations pour faciliter l'application de ces solutions à plus grande échelle. Les résultats seront largement diffusés et partagés avec les acteurs du secteur pour encourager l'adoption de cette approche innovante.

Les travaux sur la pollution sur le site du transbordeur ont montré la présence d'une pollution importante des sols et des plantes. Fort des résultats, le projet sur le site du transbordeur a été soumis au programme européen **IASIS, sous la coordination scientifique de Michel Chalot**. Le projet a été retenu à l'été 2024.

6.5 Essaimage des techniques de phytomanagement sur le site d'Audincourt

Certains polluants, comme le plomb (Pb), ne pouvant pas être facilement absorbés par les plantes, la stratégie qui sera mise en place vise à les stabiliser dans le sol grâce à la phytostabilisation, qui limite leur dispersion sans les extraire. Cette méthode sera combinée à la phytoextraction pour traiter les autres métaux lourds.

L'aménagement est mis en place sur une parcelle expérimentale qui couvre une zone spécifique, située au sud du site. Cette parcelle, non accessible au public pour des raisons de sécurité, accueillera des plantes capables d'absorber ou de fixer les polluants.

Une demande de convention entre la Mairie d'Audincourt et le Laboratoire Chrono-Environnement de Montbéliard en date du 20-11-2024 a été établie pour l'utilisation d'une partie du site « Le Transbordeur » dans le cadre de ce projet européen. Une seconde convention avec un agriculteur partenaire a été signée pour la collecte de la biomasse. Sur le reste du site, la commune a décidé de ne réaliser aucun aménagement complémentaire à ce stade, en dehors de la plantation d'arbres.

Plus en détail, le projet couvre une superficie de 4 500 m² répartis en 4 grandes zones de culture accessibles aux engins mécanisés :

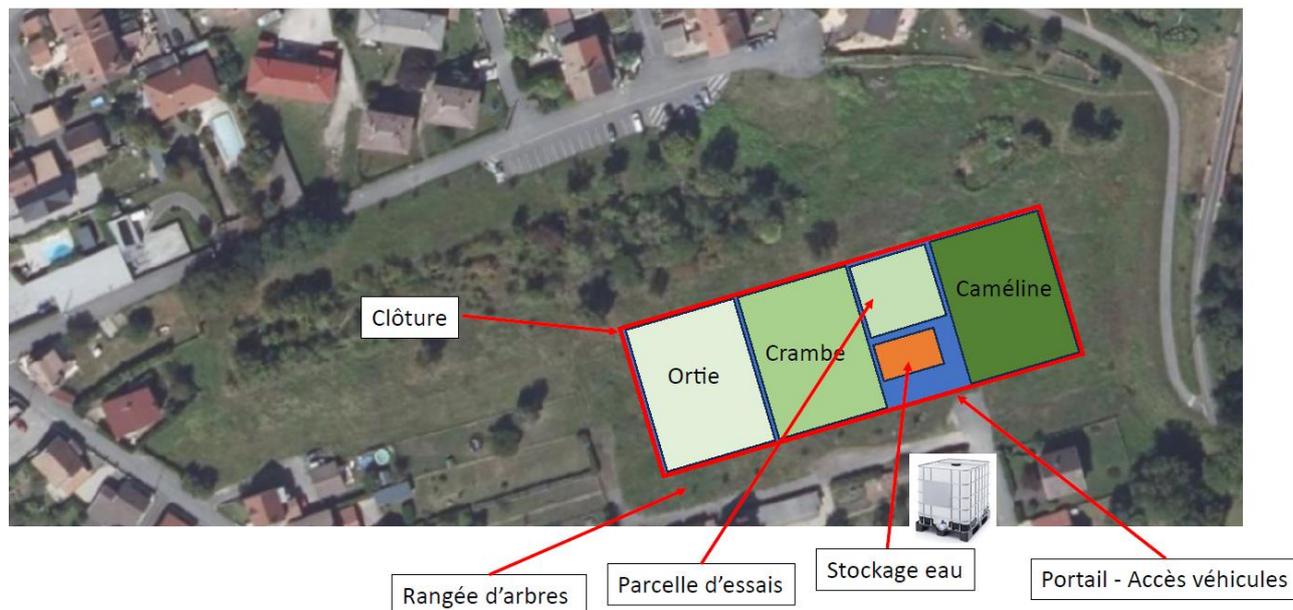
- 3 x 1 000 m² pour les cultures d'ortie, de caméline et de crambe (obligatoire pour le projet IASIS) ;
- 900 m² de zones tests : diverses cultures pour des pré-tests ;
- 25 m² de lieu de stockage (cuves eau, etc.) ;
- 575 m² correspondant aux bordures et passages entre les différentes cultures.

Le sol étant riche en sable et graviers, un risque de sécheresse est élevé a été évalué et un système d'irrigation sera mis en place.

Pour ce qui concerne les cultures, trois types sont prévus en fonction des possibilités de valorisation de la biomasse produite :

- l'ortie pour la production de fibre ;
- la cambe pour la production d'huile ;
- la caméline pour la production d'huile.

Implantation des cultures au sein de la zone proposée



6.6 Calendrier du projet

Le projet IASIS a une durée de 48 mois. Les travaux sont échelonnés de la manière suivante :

- Janvier – Mars 2025 : première préparation des sols, mise en place de la clôture et du portail, mise en place de panneaux d'informations pour les riverains ;
- Mars – Avril 2025 (selon la météo) : deuxième préparation des sols, préparation des semis, amendement du sol avec épandage par enfouissement de digestat, semi et plantations.

6.7 Financement du projet

Le projet étant financé par le programme IASIS, **aucune demande de subvention au titre du Fonds Vert** n'a été sollicitée pour le site du transbordeur.

7 Facteurs de réussite d'une démarche phytomanagement



8 Conclusion

Pour mettre en œuvre des techniques de phytomanagement sur 3 friches du Pays de Montbéliard, la première des tâches a consisté à caractériser plus finement le niveau de pollution des sites et d'analyser les risques sanitaires. Une démarche conduite avec des étudiants en master a permis de réaliser ces études en tirant parti d'une formation locale sur la Gestion de l'Environnement et de la collaboration avec l'Université Marie et Louis Pasteur.

Les résultats d'analyse des prélèvements de sols, végétaux et bois par les étudiants de master 2 montrent :

- qu'il n'y a **quasiment pas de pollution** sur Bethoncourt et Colombier-Fontaine ;
- que la **pollution est surtout localisée** à proximité des habitations sur le site du transbordeur à **Audincourt** ;

Sur **Audincourt**, le projet soumis en seconde instance au programme européen IASIS a été retenu pour essayer les techniques de phytomanagement dans le cadre d'un partenariat renforcé avec la collectivité et l'agriculteur gestionnaire du site.

Sur les deux autres sites, l'ingénierie financée dans le cadre du Fonds Vert aura permis de préciser le programme de renaturation et de résorption des friches. A **Bethoncourt**, l'accompagnement se poursuit dans le cadre de la finalisation d'OAP du PLU, avec une vocation principale de production NRJ et la possibilité de développer de l'agrivoltaïsme confirmée par l'étude pollution et l'analyse des risques. A **Colombier-Fontaine**, la programmation a été précisée. Une renaturation « classique » sera mise en place progressivement et sans phytomanagement. Pour autant, des objectifs de gestion différenciée et de réouverture du ruisseau du Rorbe sont envisagés. Ce projet pourrait émerger au 12e programme de l'Agence de l'Eau. Un accompagnement partenarial pourra être poursuivi dans ce cadre et en partenariat avec les services de PMA.

Président de l'ADU : **Philippe GAUTIER**
Directeur de publication : **Philippe BOZON**

Réalisation : **Cathy KUHN**
Crédits photo : **ADU, sauf mention contraire sur le visuel**

Programme de travail 2024/2025
ISSN : 1766-6058 Etudes de l'ADU

Coordonnées
Agence de Développement et d'Urbanisme du Pays de Montbéliard
8 avenue des Alliés – BP 98407
25208 MONTBELIARD Cedex
03 81 31 86 00
contact@adu-montbeliard.fr
www.adu-montbeliard.fr

