

// RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le PCT est la brique de conception entre les « études » et les « travaux ». Cette étape est indispensable pour sécuriser l'atteinte des objectifs en phase travaux, mais il ne s'agit pas d'un raisonnement en tout ou rien. Il est donc important de positionner le curseur de la façon la plus optimisée possible.

PCT, l'intérêt de la proportionnalité aux enjeux

Le PCT consiste à obtenir des informations nécessaires à la conception et au dimensionnement des travaux de dépollution. La démarche est principalement la suivante : ingénierie de conception du PCT, essai en laboratoire et/ou pilote sur site, interprétation des données. Elle a pour objectif de s'assurer de la réussite des travaux de dépollution. Cependant, s'assurer de la réussite ne signifie pas s'affranchir de l'ensemble des aléas. En effet, il est impossible de réduire complètement l'incertitude sur l'ensemble des paramètres

régissant une dépollution, et en premier lieu, la répartition spatiale ainsi que le gradient de concentration des composés à traiter. **L'objectif du PCT est donc de réduire significativement, et jusqu'à un niveau acceptable pour le Maître d'Ouvrage, l'aléa sur le coût de réalisation des travaux.** Il est donc pertinent d'identifier les moyens à mettre en œuvre (essai en laboratoire, pilote sur site) permettant de satisfaire cet objectif sans engager des coûts d'études de conception disproportionnés.

Toutefois, un PCT ne se conçoit pas uniquement sur une base technico-économique mais également, et avant tout, selon les enjeux du Maître d'Ouvrage (délais, aspects contractuels et politiques,...). C'est pourquoi il est essentiel que ce dernier soit impliqué dans la définition des objectifs du PCT.

L'exemple ci-après illustre la mise en œuvre de moyens importants mais nécessaires compte-tenu des enjeux.

Pour réduire l'aléa, il faut collecter de l'information, et cela nécessite des moyens, notamment financiers. Cependant il n'y a pas de relation linéaire entre coût des études de conception, quantité d'information collectée et réduction de l'aléa sur le coût de réalisation des travaux. Chaque cas est particulier, néanmoins la courbe de tendance suivante permet d'illustrer ce propos.

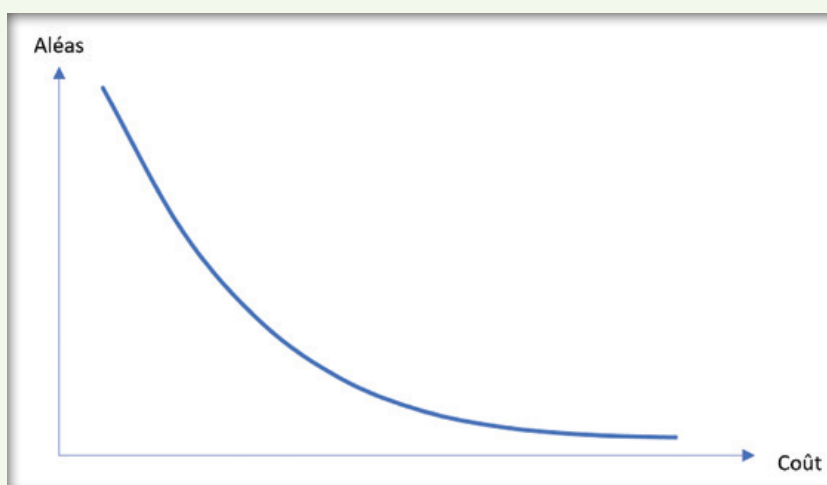


Figure 1 – Exemple de l'évolution des aléas sur les coûts de réalisation des travaux en fonction du coût des études de conception

Dans le cadre de la cessation d'activité d'un site industriel pétrolier de plus de 90 ha, la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, et notamment la réalisation du Plan de Conception de Travaux (PCT), a été appliquée. L'exemple ci-après détaille cette mise en application du PCT sur une zone spécifique du site.

Le site a stoppé son activité en 2016 et est entré dans une phase de cessation d'activité incluant la décons-

La technique du (bio)Sparging / (bio)Venting était donc la solution préférentiellement identifiée pour le traitement de la zone. Néanmoins, il existait une incertitude sur la perméabilité à l'air de la couche de limons décimétrique présente sur la zone à environ 4 m de profondeur.

Pour permettre de valider la faisabilité de la technique et obtenir un premier dimensionnement, il a été décidé de conduire des essais de fai-

De manière générale, les essais conduits pour valider la faisabilité de la technique du venting / sparging et obtenir un premier dimensionnement, ont permis d'identifier des difficultés techniques pour mettre en œuvre la solution privilégiée à l'issue du premier bilan coûts/avantages. A contrario, l'ESV a montré des résultats très positifs sur la capacité d'extraction de la pollution et un premier dimensionnement compatible avec une mise en œuvre à grande échelle.

Les essais de faisabilité réalisés pour chacune des techniques envisagées ont abouti aux constats suivants :

- le **venting** présente une bonne capacité à extraire les gaz du sous-sol dans le contexte du site. Néanmoins dès la remontée du niveau des eaux souterraines en lien avec des précipitations, la technique atteint ses limites ;
- le **sparging** permet une bonne oxygénation des eaux souterraines sur la plupart des ouvrages. Néanmoins, certains ouvrages ne réagissent pas et la technique montre des limites pour traiter, de manière homogène, les sols situés au-dessus de la couche de limons ;
- l'essai **d'extraction sous vide** a montré des résultats prometteurs pour le traitement des sols au-dessus des limons. Le débit d'eau extrait diminue au fur et à mesure du temps ce qui montre que les sols sont progressivement dénoyés. Les concentrations extraites dans la matrice air sont très importantes ce qui met en évidence une bonne capacité à récupérer la pollution de cet horizon.



Figure 2 - Skid de Venting

truction et la réhabilitation. Dans cet exemple, le PCT fait donc partie intégrante du plan de gestion.

Avec les informations obtenues lors des étapes de caractérisation, un bilan coûts/avantages a permis de sélectionner les techniques in situ suivantes (dans l'ordre décroissant d'intérêt) :

- (bio)Sparging / (bio)Venting
- Extraction Sous Vide (ESV)
- Pompage / Traitement (P&T)

sabilité de courte durée pour mieux tester en conditions réelles les solutions de (bio)Sparging / (bio)Venting, mais également d'ESV et P&T et ainsi affiner le bilan coûts/avantages. **Compte tenu des techniques visées (in-situ), il a été privilégié la réalisation d'essais de terrain plutôt qu'en laboratoire.**

Les essais ont été conduits à l'aide de skids dédiés (équipements mobiles facilement transportables).

La première série d'essais de courte durée a permis de repositionner la stratégie initiale sur une technique plus adaptée à la particularité du site, l'extraction sous vide (ESV), et d'en effectuer un pré-dimensionnement. **L'investissement financier alloué à cette phase de conception est estimée à environ 5% du traitement global.**

Compte-tenu des enjeux très importants liés au site, il a été décidé de mettre en œuvre une seconde série



d'essais concernant l'ESV mais, cette fois-ci, sur une période beaucoup plus longue (plusieurs mois). Il s'agit d'essais de performances. Les objectifs de cette seconde série d'essais sont les suivants :

- Mieux comprendre le triptyque rayon d'influence, temps de traitement et niveau d'efficacité du traitement dans l'objectif d'estimer les paramètres optimums ;
- Permettre l'optimisation du traitement des effluents.

La durée du pilote nécessaire pour obtenir ces informations a été établie à 6 mois.

L'unité a démarré en novembre 2018 ; des données et informations ont été collectées tout au long de l'essai longue durée. Les premiers mois d'exploitation ont permis de confirmer les couples débit / dépression obtenus lors de la première série d'essai de courte durée. Les concentrations entrant dans le système d'extraction varient en fonction des niveaux de la nappe dans les ouvrages ; plus les ouvrages sont dénoyés, plus les concentrations augmentent. Ces concentrations en entrée de traitement des gaz extraits varient fortement, ce qui oblige à les diluer avec précision (via une vanne automatique dédiée) pour continuer à extraire tout en maintenant des concentrations acceptables au niveau du procédé de traitement des effluents gazeux. Les contraintes amont à l'aspiration concernent le maintien en atmosphère non explosive, tandis que les contraintes sur le traitement des gaz

en aval de l'aspiration concernent la capacité du CATOX (oxydeur catalytique) à traiter le flux.

Ainsi, l'essai de performance sur une longue durée (plusieurs mois) a permis d'obtenir des informations cruciales pour un déploiement à pleine échelle, notamment en ce qui concerne la technologie de gestion des gaz.

L'exploitation de l'installation sur plusieurs mois a permis de diminuer progressivement le niveau d'eau au-dessus des limons. Les informations collectées lors de cet essai de longue durée permettent de préciser un dimensionnement à pleine échelle en prenant en compte le rayon d'influence, l'évolution du rabattement et la capacité de traitement des gaz associée.

En conclusion, sur ce site, la seconde série d'essais de longue durée était indispensable pour affiner le dimensionnement :

- de l'implantation des ouvrages ;
- des éléments d'extraction ;
- des éléments de traitement d'eau et d'air.

Ainsi, dans le cas de ce site industriel au passé complexe et aux problématiques multiples (plusieurs niveaux aquifères, et ATEX, ...), **la phase de faisabilité représente un investissement financier estimé à 15% de l'opération de traitement global.** Cet investissement a permis d'augmenter très significativement la maîtrise de la dépollution, à la fois en termes de coûts mais également de délai et de gestion globale du projet de réhabilitation. Il a conduit à **éviter des erreurs stratégiques qui auraient pu coûter plus de 100% du montant prévu voire aboutir au constat qu'il était impossible d'atteindre les objectifs validés avec l'administration au stade du plan de gestion.**

Arnault PERRAULT,
COLAS ENVIRONNEMENT

Photographie aérienne de l'installation finalisée pour la seconde série d'essais (longue durée)

