



**ORTEC**  **SOLEO**

## POLLUTEC 2021

Pilotage d'un traitement par désorption thermique *in-situ* – cas d'un chantier d'ampleur et complexe

## CONTEXTE D'INTERVENTION / ENJEUX

- Ancien site de production de matériels électriques
- Vente du site → usage industriel avec bâtiment maintenu en place
- Environnement sensible : Zone d'activités commerciales, proche habitations



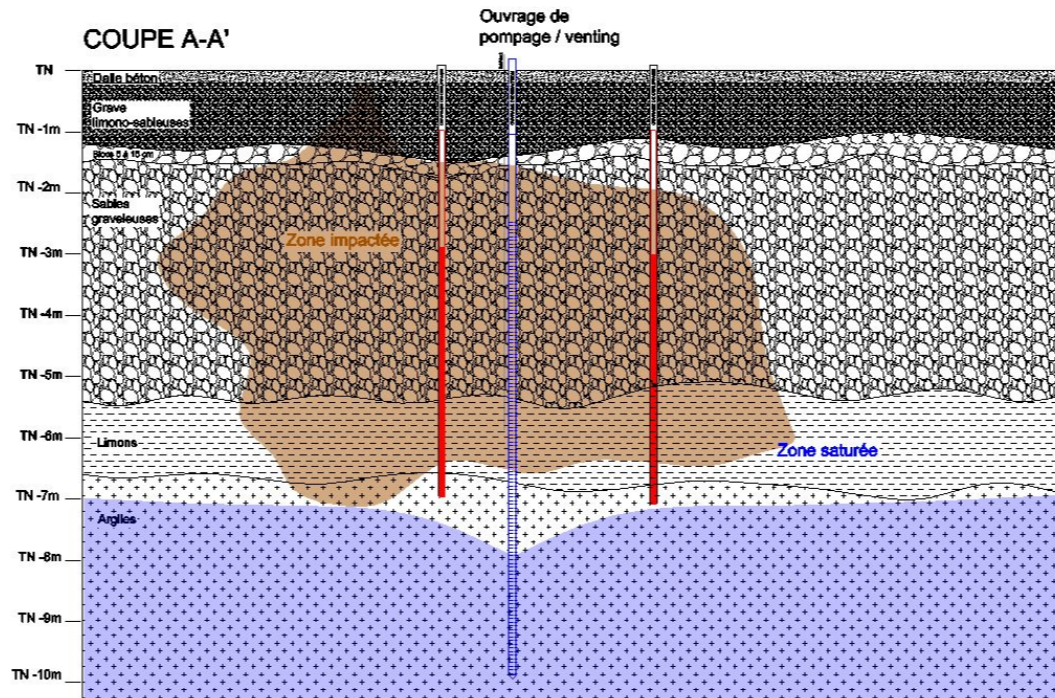
## PLANNING

- 2018 : Cessation d'activité
- 2019 : Plan de Gestion
- **2020 : tests labo + essai pilote terrain**
- **2021 : chantier pleine échelle de désorption thermique in-situ**



## DESORPTION THERMIQUE *IN SITU*

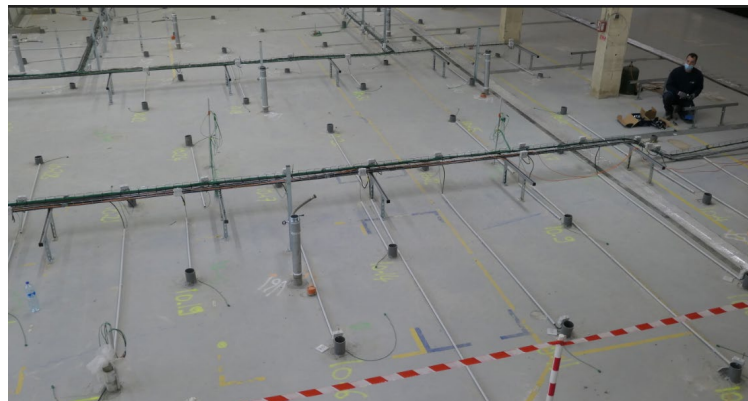
- Chauffage à -7 m
- Rabattement des eaux à - 7,5 m
- Dispositif de pompage globalisé
- Dispositif d'extraction des gaz
- Traitements des effluents
  - Eaux souterraines
  - Gaz des sols
  - Condensats



# LA PROBLÉMATIQUE

Postulat : un traitement thermique ne peut pas s'arrêter pour échantillonner les sols !

- Connaître le bilan de masse à l'état initial
- Acquérir les données en cours de chantier pour établir un bilan de masse et le comparer à l'état initial
- **Méthodologie :**
- Monitoring du bilan de masse
- Flux dépendant du type de pollution (COHV vs HCT)
- Dégradation *in-situ* de certains polluants
- Atteinte des objectifs de traitement → Arrêt de chantier
- **Réalisation d'essais laboratoires et d'un essai pilote terrain**



## ESSAIS LABORATOIRES

# ESSAIS LABORATOIRES

- Différents types d'essais laboratoires
  - ➔ dimensionnement du pilote
- Dont un essai en colonne
  - ➔ détermination des flux
- Production des dioxines/furanes

Système de condensation des gaz

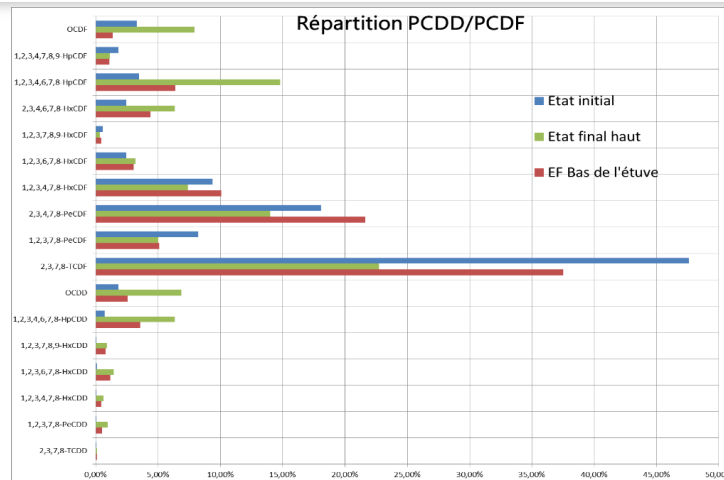
Thermocouples

Filtre carbon actif

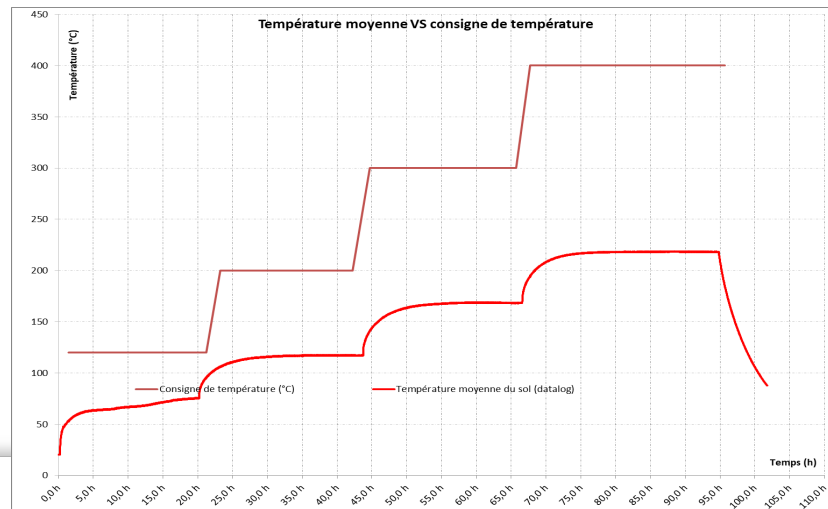
Collecte des effluents liquides

Mesure des températures

Répartition PCDD/PCDF



Température moyenne VS consigne de température



## RESULTAT DU BILAN DE MASSE – TEST EN COLONE

- 5,4% en phase pure condensée
- 0,1 % dans les condensats
- 0,1% dans le gaz (traités CA)
- manque plus 94% pour boucler le bilan massique
- Dégradation *in-situ* des polluants via thermolyse



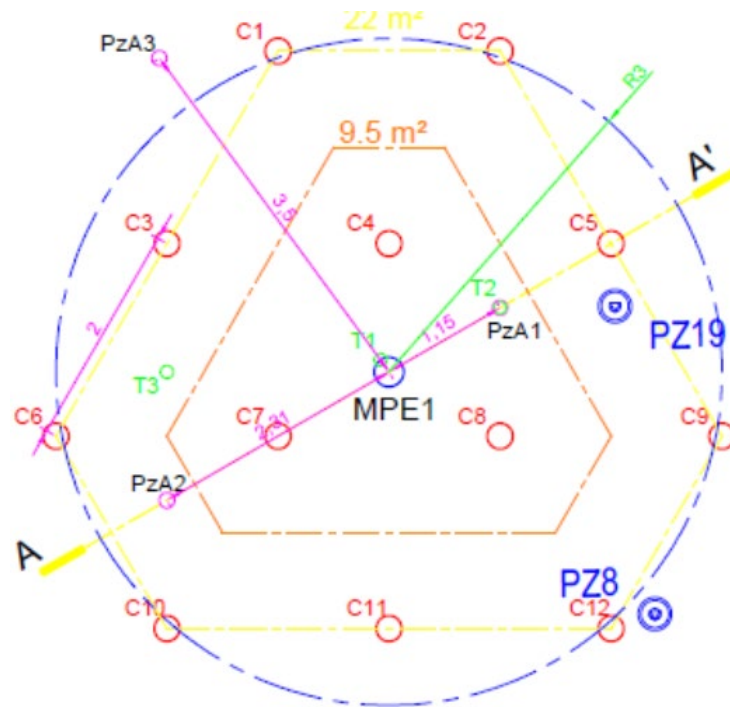
=> **nécessité de suivre le CO<sub>2</sub> produit**

|                          | Unités     | Etat initial | Etat final | abattement |
|--------------------------|------------|--------------|------------|------------|
| Matière sèche            | %          | 92,6         | 99,8       | /          |
| C05-C10                  | mg/kg M.S. | -            | 1,15       | -          |
| C10-C40                  | mg/kg M.S. | 35200        | 173,50     | 99,5%      |
| 16 HAP                   | mg/kg M.S. | 55,00        | 0,05       | 99,9%      |
| 7 PCB                    | mg/kg M.S. | 37,30        | 0,07       | 99,8%      |
| Somme BTEX               | mg/kg M.S. | 0,74         | 0,10       | 87,2%      |
| Somme COHV               | mg/kg M.S. | 1,16         | 0,20       | 82,8%      |
| Somme Dioxines & Furanes | ng/kg M.S. | 1 289        | 81,73      | 93,7%      |
| Pollution totale         | g/kg M.S.  | 35,29        | 0,18       | 99,5%      |

## ESSAI PILOTE TERRAIN

## CARACTERISTIQUES

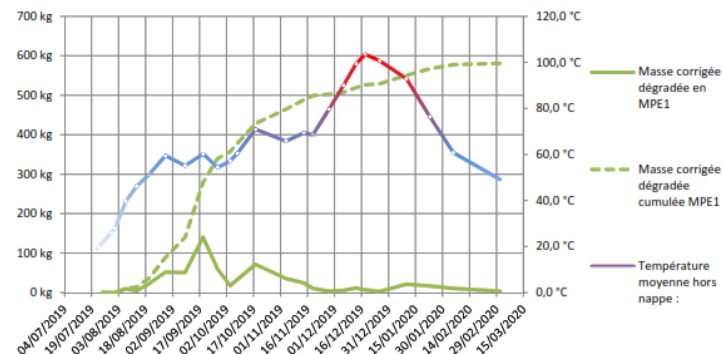
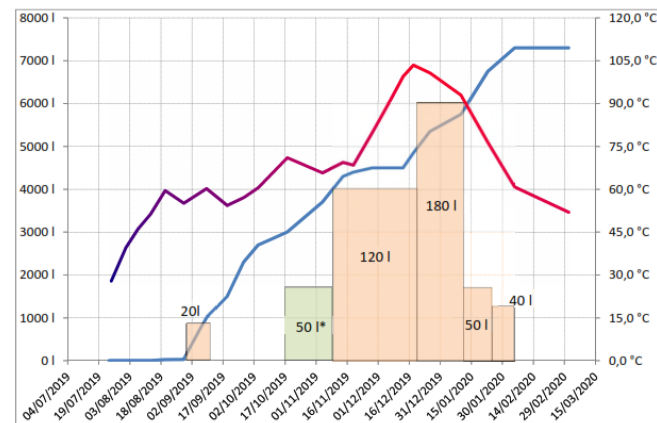
- Etat initial dans les sols
- Zone insaturée (1- 5 m)
- 1 ouvrage d'extraction gaz + eaux souterraines
- 12 éléments chauffants
- 4 mois de chauffe (+ 2 mois de refroidissement)



## BILAN DE MASSE

### Résultats sols :

- 97% d'abattement sur HCT
- 50 % sur PCB (très faibles concentrations  $C_{\max}$ : 2 mg/kg)
- Pas de production de dioxines/furanes
- Bilan de masse extraction (flux principaux):
  - Environ 600kg thermolyse *in-situ*
  - Collecte de 500 l de phase pure
- REX pilote :
  - 47% de thermolyse *in-situ* (mesure du  $CO_2$  extrait)
  - 40% de phase pure en condensat
  - 1% condensats (eaux)
  - 10% gaz traités
  - 2% pompage d'eau



### REX OPERATIONNEL

- Adaptation du matériel au traitement pleine échelle
- REX matériels installés
- Dimensionnement du chauffage et du venting satisfaisant
- Pas de production de dioxines/furanes
- Limites :
  - Faible concentration en PCB à l'état initial (surprise !)
  - Traitement en zone insaturée



**TRAITEMENT PLEINE ECHELLE**

# TRAITEMENT PLEINE ECHELLE

## DIMENSIONNEMENT PLEINE ECHELLE

**Environ 10 000 tonnes de terres à traiter *in-situ***

### 3 zones à traiter :

- 3 unités de traitement des gaz indépendantes
- 1 unité de traitement des eaux

### Plus de 450 forages :

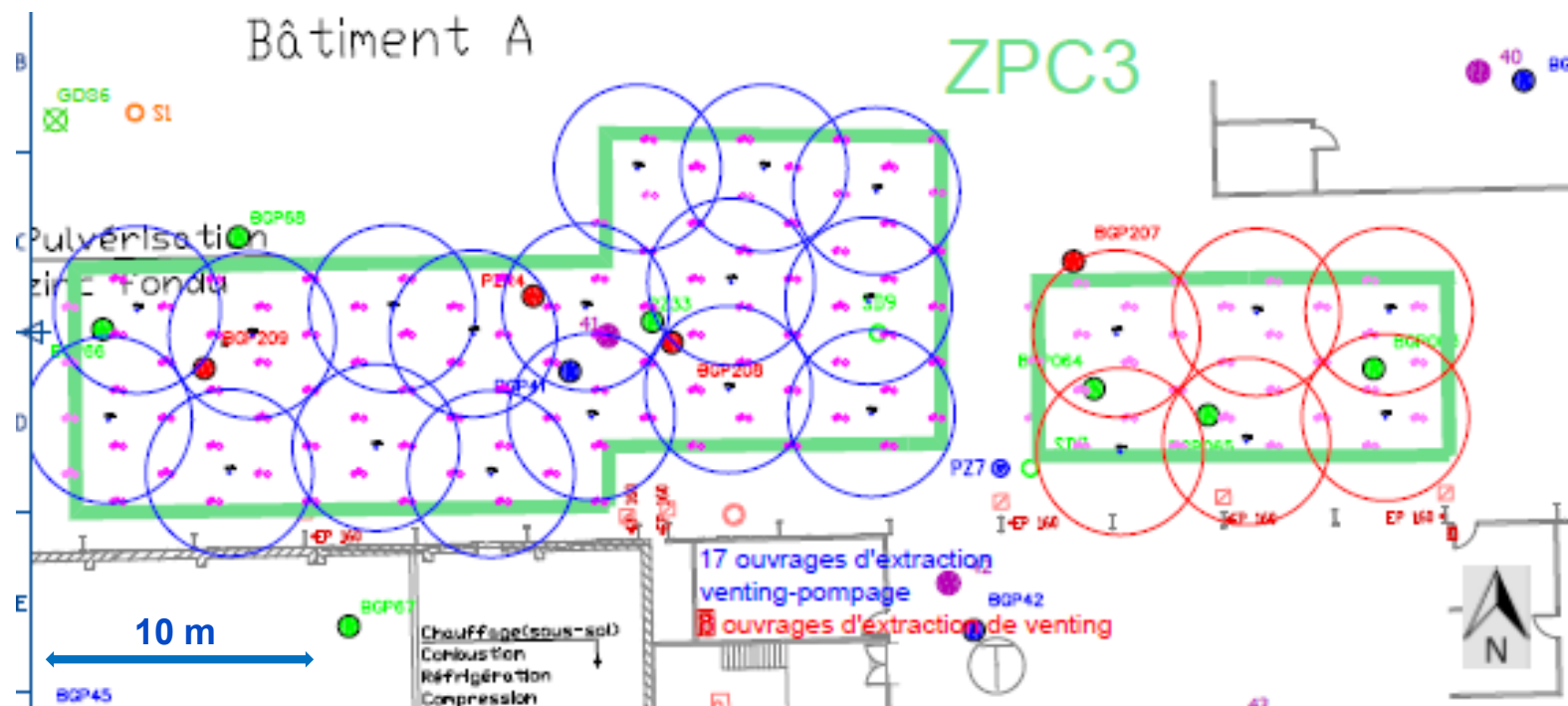
- 360 éléments chauffants
- 66 ouvrages d'extraction
- 17 ouvrages thermocouple
- 15 puits de réinjection

**7 mois d'installation**

**Equipe importante et pluridisciplinaire**



## EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT ZPC3



- 23 ouvrages d'extraction des gaz /eaux
- 128 éléments chauffants

# TRAITEMENT PLEINE ECHELLE

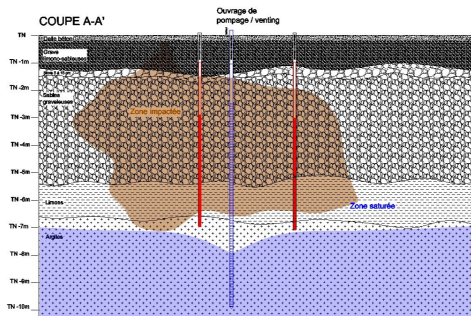
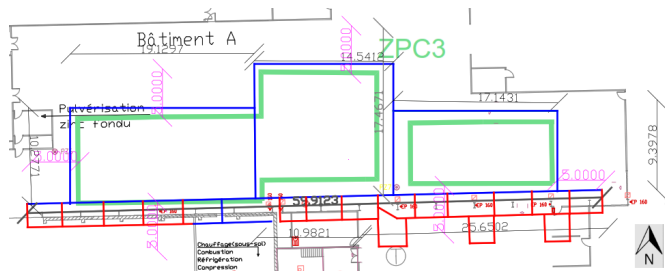
Dispositif entièrement automatisé – pilotable à distance

Nécessité d'un pompage continu des eaux souterraines :

- Redondance des éléments de pompage
- Groupe électrogène de secours
- Automate de secours

Mesure des gaz en continu – Bilan de masse

Gestion du mouvement du bâti



### Démarrage des traitements :

- Mi-février - Avril 2021

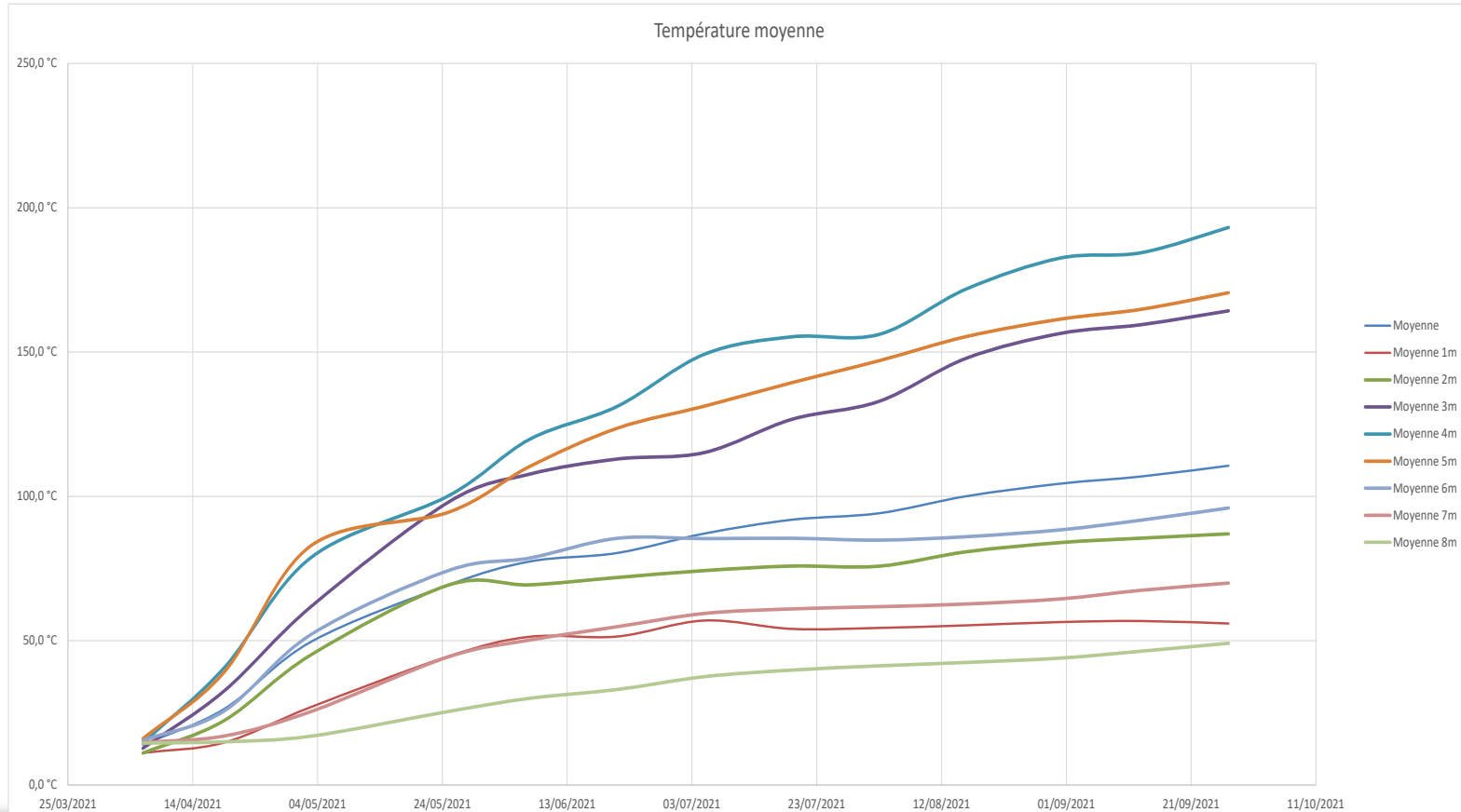
### Prévisions des temps de dépollution :

- Démarrage des zones en séquentiel
- 9 mois de chauffage des sols
- 3 mois de refroidissement

### Objectifs AP :

- Bilan de masse  $< 1\%$  sur le suivi des 4 composés (PCB, HCT, COHV,  $\text{CO}_2$ ) pendant 3 semaines consécutives

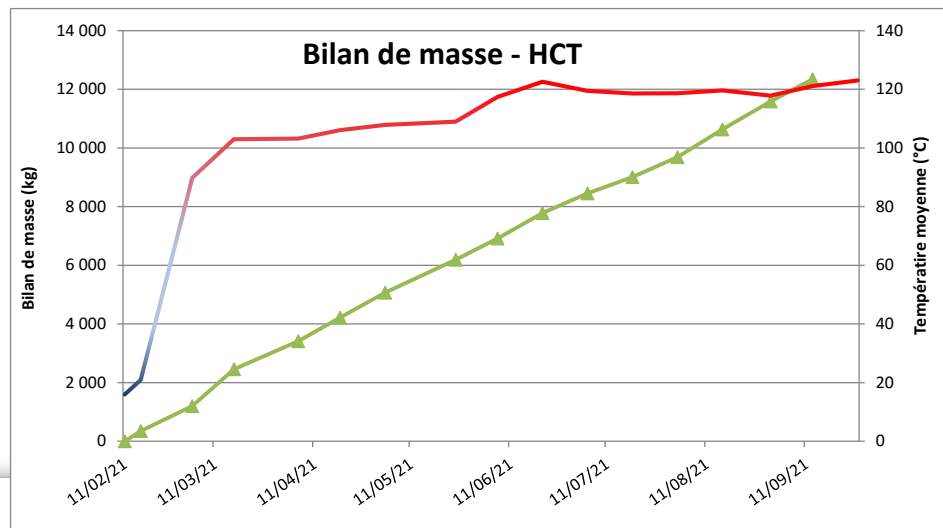
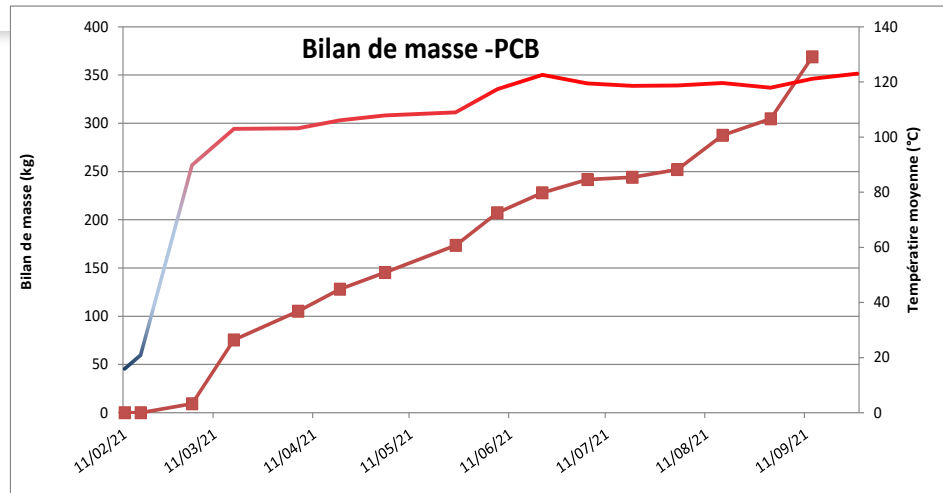
# RESULTATS



# RESULTATS

## BILAN DE MASSE

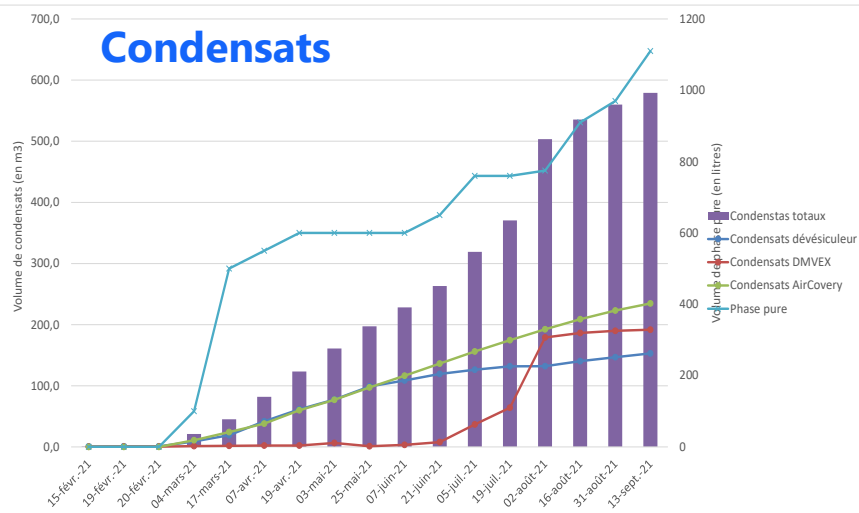
- Bilan massique en progression
- Environ 11 T de polluants collectés depuis le démarrage (1 zone)
- Montée progressive des températures  
→ accélération de la collecte de PCB
- Collecte constante en HCT



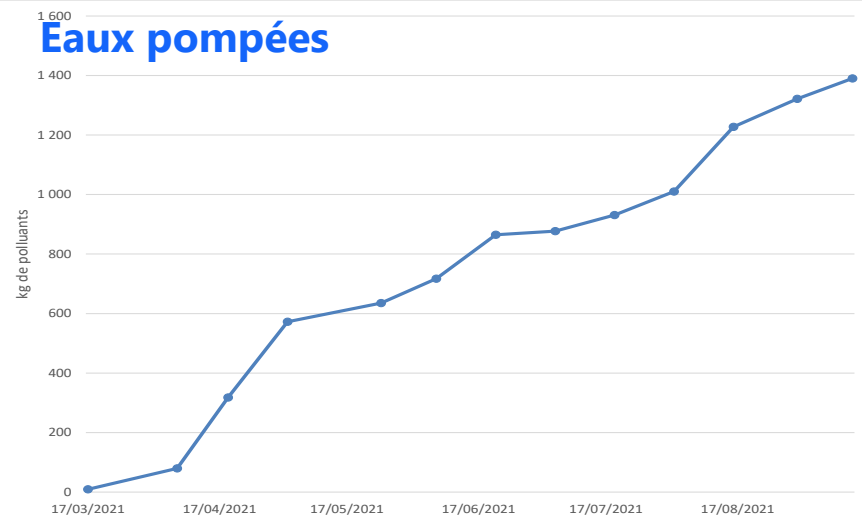
# RESULTATS

# BILAN DE MASSE

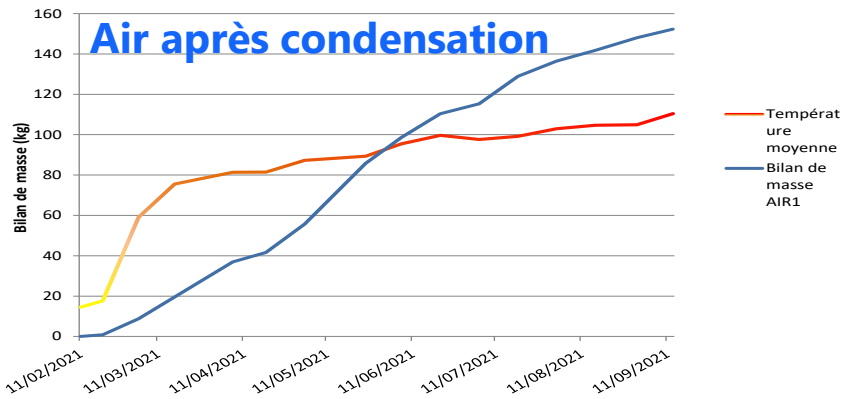
## Condensats



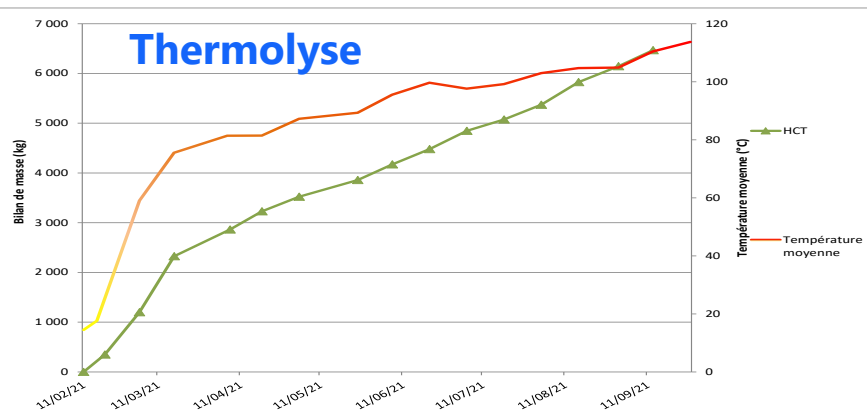
## Eaux pompées



## Air après condensation



## Thermolyse



## OBSERVATIONS

- **Adaptation pleine échelle vs pilote**
    - Présence de phase coulante 1 m<sup>3</sup>
    - Pollution + significative en battement de nappe → PCB
    - Montée en température plus longue en ZBN
    - Calage du modèle sur la thermolyse
    - Stratégie de traitement à adapter
  - **Répartition bilan de masse: pleine échelle vs pilote :**
    - Thermolyse : 63 % - 47%
    - Condensat phase pure : 22% - 40 %
    - Eaux souterraines : 5 % - 3 %
    - Phase pure pompées : 7% - 0%
    - Air condensé : 2 % - 10%
- ➔ A l'échelle d'un site, nécessité de s'adapter aux conditions terrains

## CONCLUSIONS

- **Essais laboratoires et essai pilote terrain indispensable**  
→ reste un besoin de calage : sujet complexe de part son ampleur
- **Fortes hétérogénéités sur le site : répartition de la pollution et géologie**
  - Réponse différente de chaque zone => adaptation de la stratégie zone par zone
- **Adaptation du monitoring**
  - Optimiser les moyens mis en œuvre
  - Maximiser la collecte de polluants
- **REX sur le calcul du bilan de masse sur un chantier complexe**
  - Différents modes de collecte des polluants
  - Suivi de l'évolution du bilan de masse
- **Stratégie de fin de traitement → asymptote du bilan de masse**

# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

## POUR TOUTE QUESTION :

***Quentin LÉPINEY, ORTEC SOLEO - Groupe ORTEC***  
*Ingénieur Travaux ORTEC SOLEO - Meyzieu (69)*

*quentin.lepiney@ortec.fr*  
*Port : 06 30 63 26 18*