

Soutenu par



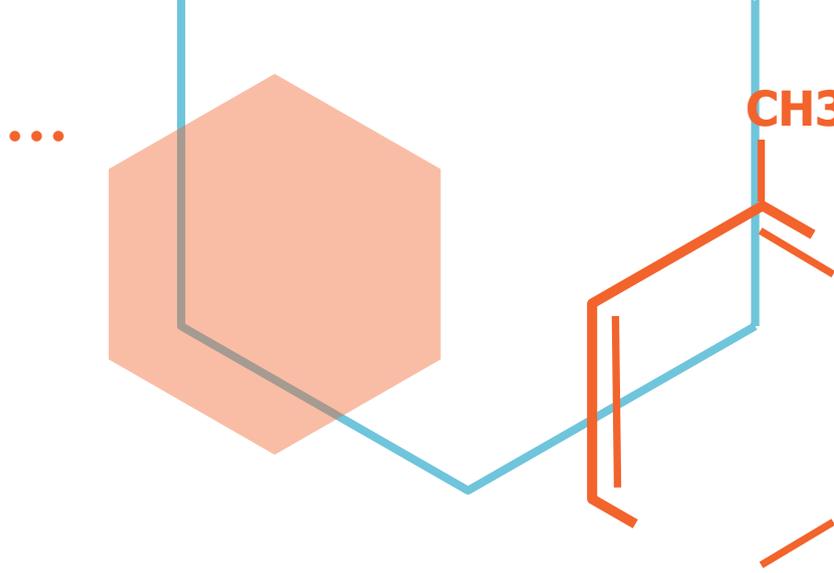
**MINISTÈRE
DE LA CULTURE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



EN ROUTE VERS LE ZERO REJET ATMOSPHERIQUE

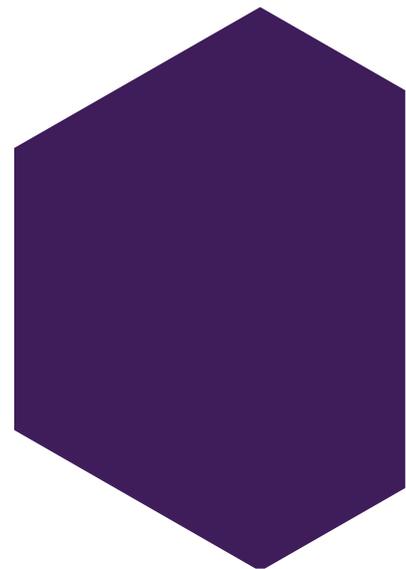
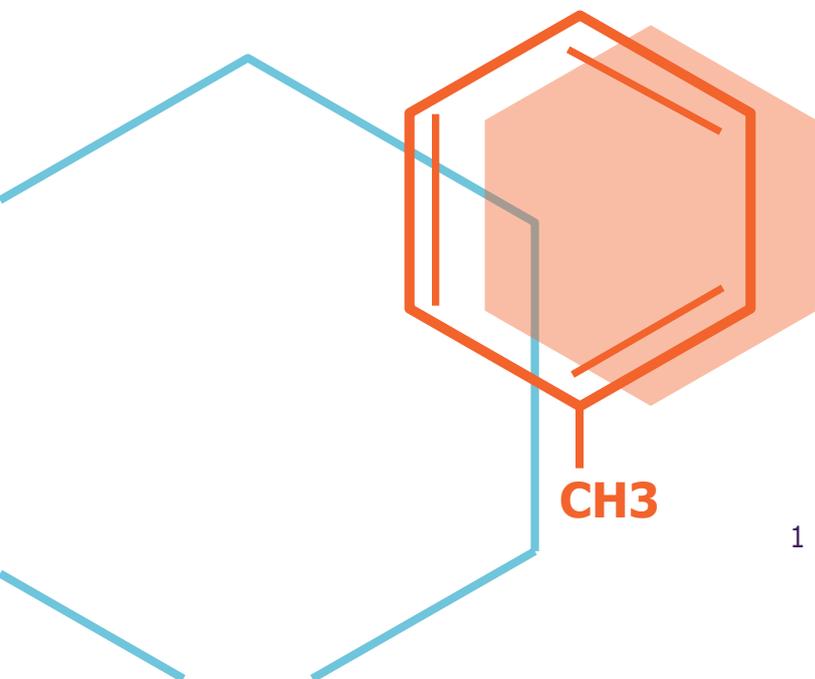
Objectif **2025** : une émission de toluène mis en œuvre dans le processus d'impression **inférieure à 2%** sans consommation d'énergie supplémentaire



RAPPORT D'ETAPE

PHASE 2

Solutions techniques, premières installations et travaux prévisionnels





Rapport d'étape

I. INTRODUCTION

Conformément à la convention 2021 FTE 15 conclue entre le ministère de la culture et l'imprimerie Lenglet, ce rapport présente :

- les choix techniques arrêtés à ce jour
- les modifications engagées
- les dépenses engagées
- les travaux à venir et les contraintes d'approvisionnement

Rappel

La phase 1 du projet avait permis d'une part de mettre en évidence l'importance du réseau aéraulique pour un captage parfaitement efficace et d'autre part, d'envisager l'installation d'un roto-concentrateur capable de piéger le solvant résiduel.

1. Aérauliques et ventilation

Ce projet a permis de réunir une équipe d'experts composée de spécialistes des sociétés Brofind, Bail et Lenglet. La structure du réseau d'insufflation et d'extraction a été entièrement reconsidérée. Les mesures de débit, vitesse et dépression sur plusieurs centaines de points ont été analysées et ont mis en évidence les fuites et pertes de charge les plus importantes.

Comme dans tout calcul de perte de charge, ont été pris en compte :

- les longueurs de conduit
- la masse volumique de l'air chargée de solvant variable selon la charge d'encre sur l'imprimé
- les différents diamètres intérieurs des conduits
- de la vitesse moyenne V de l'air

Dépréciation inévitable quand le flux aéraulique traverse les coudes, les raccords et jonctions dans le circuit, les pertes de charge peuvent néanmoins être largement optimisées en agissant sur l'ensemble du réseau.



À la suite de ces mesures, nous avons déterminé les axes d'amélioration de la ventilation générale. Les actions présentées ci-après permettent et permettront encore d'augmenter l'efficacité de l'aspiration du toluène.

a) Sur les installations de récupération de solvant :

1. Diminuer le point de réglage d'aspiration des installations de récupération URS1 et URS2 (respectivement PIC-100 et PIC-200) de façon à augmenter la dépression en sortie des rotatives.
2. Modifier les ventilateurs d'extraction afin de réguler le flux d'air par rapport à la production. On évite ainsi les vitesses d'air excessives qui empêchent le charbon de capter le solvant.
3. Remplacer les vannes DN900 des cheminées d'adsorbants pour une manœuvre plus précise et une étanchéité totale
4. Remplacer les moteurs d'extraction pour un pilotage précis avec une nouvelle configuration du matériel d'entraînement : installation de 6 variateurs SINAMICS G120X
5. Modifier le type de filtration en amont des ventilateurs
6. Contrôle et calibration analyseurs NIRA et vérification de l'échange des données entre le tableau de relevé et l'automate de gestion de l'installation
7. Doublage de la mesure des analyseurs pour éviter le fonctionnement à plein régime en cas d'absence d'information NIRA
8. Faire fonctionner les installations de récupération en mode AUTOMATIC 2, 3, ou 4, en se basant sur la concentration effective en sortie des adsorbants et/ou de la cheminée unique des unités de récupération.

b) Sur les rotatives :

1. Piloter les vannes à volets sur l'injection de l'air neuf dans l'enceinte des groupes d'impression avec une ouverture maximale dès 3000 tr/h
2. Remplacer les moteurs de sécheurs pour un pilotage à variation de fréquence
3. Remplacer les gaines d'aspiration sur les éléments d'impression au rez-de-chaussée.



4. Contrôler la position des vannes de réglage de la LIE sur les 16 demi-sécheurs : prévoir une inspection des vannes de réglage de la LIE par caméra endoscopique entrant dans les analyseurs.
5. Doublage de la mesure des analyseurs LIE sur les sécheurs.
6. Modifier la recirculation de l'air dans le sécheur en affichant le point de réglage à 20-22% de la limite inférieure d'explosivité.

2. Roto-concentrateur

Une fois les actions ci-dessus entreprises, l'installation d'un système de captation "basse", actuellement inexistant, pourra être envisagée. Conforme aux études préalables, ce système aspirerait l'air à basse concentration vers une roue à zéolithe de roto-concentration. Ce procédé est destiné aux grands volumes d'air et faibles concentrations.

Pour réaliser cette intervention, il sera nécessaire de réfléchir au « bouclage » de l'air extrait. En effet l'air aspiré devra être réintégré pour éviter de mettre sous-vide la cabine de la machine.

Les modifications de la ventilation à l'intérieur de la salle devront être validées par le constructeur de la machine, Koenig & Bauer. Brofind s'occupera du traitement des aspirations en aval.

A ce stade, il est préférable d'attendre les mesures d'efficacité une fois toutes les modifications de ventilation effectuées. Selon les résultats, nous pourrions choisir le type d'implantation du concentrateur. Ainsi, si les émissions sont inférieures à 10 mg/Nm³ (ce qui semble être l'hypothèse la plus probable), un retraitement des émissions sur les cheminées d'adsorbants n'est pas pertinent. L'aspiration basse serait l'application la plus performante.

La conception du roto-concentrateur reste identique : une roto concentration sans process d'oxydation thermique. Le rotor capte le solvant contenu dans l'air aspiré. La fraction restante est réchauffée pour désorber la roue. L'effluent très concentré n'est pas envoyé vers une unité de combustion, mais retourne vers la gaine principale d'aspiration de la récupération de solvant.



3. Actions réalisées

Parmi les 14 axes d'amélioration cités ci-dessus, 6 ont été traités en priorité selon les critères suivant :

- 1 – pertinence et performance de la modification
- 2 – disponibilité de l'installation pour les travaux
- 3 – accompagnement, disponibilité des fournisseurs et prestataires

a) Action 1 : Modifier les ventilateurs d'extraction

Old

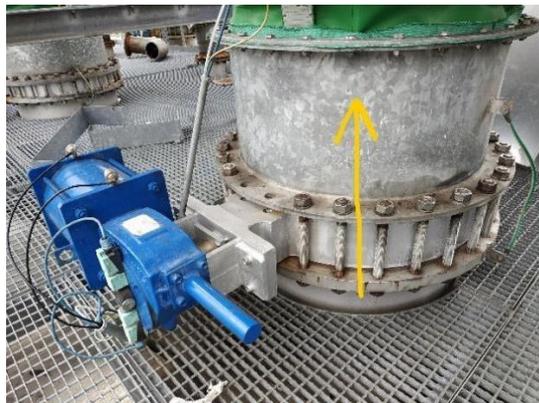


New



b) Action 2 : Remplacer les vannes DN900

Old





Disassembly - Assembly



New



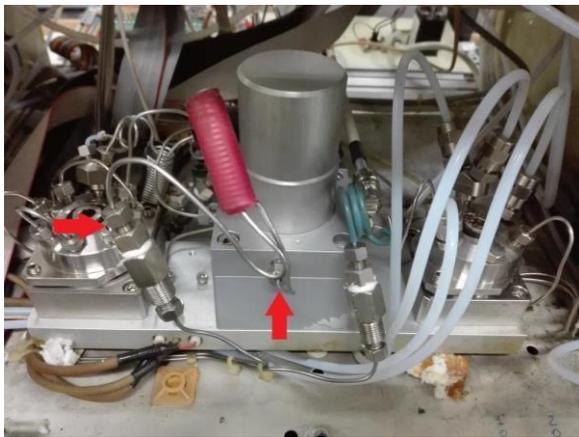


c) Action 3 : pilotage à fréquence variable (variateurs Sinamics)

Le matériel d'entraînement installé est constitué de 6 variateurs Siemens de gamme G120X : puissance assignée 250 kW à 110%.



d) Action 4 : Analyseurs NIRA



Modification des capillaires d'hydrogène afin d'améliorer la qualité de la mesure.

e) Action 5 : Pilotage en fréquence des moteurs de sécheurs sur rotative

Depuis l'installation des rotatives de 2002 à 2006, les sécheurs fonctionnaient avec un démarrage étoile-triangle. Ce dispositif très utilisé en électrotechnique pour la mise en marche en deux temps des moteurs asynchrones triphasés ne permettait pas d'adapter la vitesse à la concentration en toluène.

En pilotant les moteurs selon la concentration, les déperditions sont évitées et le toluène est mieux canalisé.

A ce stade, deux rotatives sont équipées. Chaque rotative compte 16 moteurs de sécheurs pour lesquels nous devons :

- déposer les anciens moteurs et monter les nouveaux IE4
- remplacer tous les câbles de puissance
- poser de nouvelles armoires
- développer les solutions de régulation en fonction des concentrations en toluène mesurées



f) Action 6 : Remplacer les gaines d'aspiration sur les éléments d'impression au rez-de-chaussée

Les gaines d'apport d'air sont reliées au réseau aéraulique afin d'amener l'air neuf au plus près de la zone d'émission du solvant. Ces gaines permettent de mieux répartir l'insufflation car elles son perforées sur toute hauteur. Leur surface a été dimensionnée selon le taux de renouvellement de l'air dans les groupes d'impression après la modification de l'aspiration (moteurs sécheurs, ventilateurs URS et régulation CTA) et selon les indications continues du système NIRA.



Gaines perforées sur machine 2



4. Bilan des dépenses engagées

L'ensemble des travaux menés à ce stade du projet concerne l'aéroulque et la parfaite maîtrise de l'air chargé en solvant à travers les machines d'impression et les unités de récupérations de solvant.

| ETAT DES DEPENSES - Date : 12 mai 2023 | | Montant facturé - HT | Observations |
|---|---|--------------------------------------|--|
| FRAIS GENERAUX - ETUDES PREALABLES | | | |
| | Campagne de mesure | 13 000,00 € | BROFIND - Facture 1502 |
| | | 1 623,00 € | FIPROTEC - F97910820 + F99955772 |
| | | 9 900,00 € | BROFIND - Factures 728 + 849 |
| | Changement des filtres caissons URS | 1 844,64 € | SF ILTRES : FA/N 544268 |
| | Nettoyage des filtres | 795,00 € | RAMERY - F20302081 |
| | Audit BAIL | 9 486,40 € | |
| | Contrôle et calibration des analyseurs NIRA : consommable | 35 310,69 € | NIRA - F141/22/E + 224/22/SC + F3523E / 11623E |
| 88 990,00 € | | NIRA - Factures 1/PF/2022 + 137/22/E | |
| TOTAL | | 160 949,73 € | |

| COUT DES INVESTISSEMENTS ET DU MATERIEL | | | |
|--|--|---------------------|---|
| 1 - AEROLIQUE ET VENTILATION | | | |
| SUR URS | Modification des ventilateurs d'extraction avec remplacement des moteurs d'extraction pour un pilotage plus précis | 0,00 € | DV Group - budget = 293 400 € couvert par des C2E |
| | Remplacer les vannes DN900 | 207 000,00 € | KSB - F2146814832- F2146868450 |
| | | 22 139,15 € | VEOLIA - F2023000388 |
| | Modifier le type de filtration en amont des ventilateurs | | |
| | Doublage de la mesure NIRA | | |
| | Faire fonctionner les URS en mode Automatique en se basant sur la concentration effective en sortie de cheminée | <i>Fact Oct 23</i> | BROFIND - PC industriels |
| SUR LES ROTATIVES | Piloter l'ouverture des vannes à volets | 7 360,40 € | KINETROLL - FD8594 - 8705 - 8808 |
| | Remplacer les moteurs de sécheurs - variation de fréquence | 700,00 € | DE ARAUJO - F01230012 |
| | | 441 000,00 € | DV Group |
| | | <i>Fact Juin 23</i> | |
| | Remplacer les gaines d'aspiration sur les groupes d'impres | <i>Fact Juin 23</i> | NEXAIR - Commande |
| <i>Fact Juin 23</i> | | BAIL - Commande | |
| | Doubler la mesure des analyseurs LIE sur les sécheurs | | |
| 2 - ROTO CONCENTRATEUR | | | |
| | Roto concentrateur | | |
| TOTAL | | 678 199,55 € | |



| FRAIS DE PERSONNEL | | | |
|--------------------|--|-------------|---------|
| | Suivi chantier LENGLET | 30 000,00 € | LENGLET |
| | Montage des actionneurs KINETROLL | 10 000,00 € | LENGLET |
| | Modifier la recirculation de l'air dans les sécheurs | | LENGLET |
| | Contrôler la position des vannes de réglage de la LIE | | NIRA |
| | | | BA |
| | FA 0001SGT5188 | 3 942,85 € | |
| | F1392 | 1 | |
| | Remplacement de 2 vannes DN900 | | |
| | Remplacement de 4 vannes DN900 | | |
| | Diminuer le point de réglage des aspiratio | | |
| | Faire fonctionner les URS en mod basant sur la concentratio cheminée | | |
| | Main d'œ Va | | |

TC

5. Premiers résultats

Les valeurs de récupération ont augmenté sensiblement pour atteindre régulièrement des valeurs supérieures à 96.5% du toluène mis en œuvre. L'émission moyenne depuis début 2023 se situe aux alentours de 3%.

L'objectif initial présentait un objectif de 2% d'émission sans augmentation des consommations d'énergie.

Les actions engagées jusqu'à présent semblent toutes améliorer significativement la récupération de solvant. L'amélioration de la régulation présente également des chiffres encourageants quant à la consommation d'énergie.

Au fil des mois et de sa mise en œuvre, ce projet évolue de manière cohérente et ses objectifs restent réalistes.