



# Analyse de l'impact environnemental et sanitaire de la valorisation énergétique des coques d'anacardes au Burkina Faso

Marie SAWADOGO, Anselme BAGORO, Anthony BENOIST



29/01/2025



# Sommaire

■ Introduction

■ Objectifs

■ Méthodologie

■ Résultats et discussions

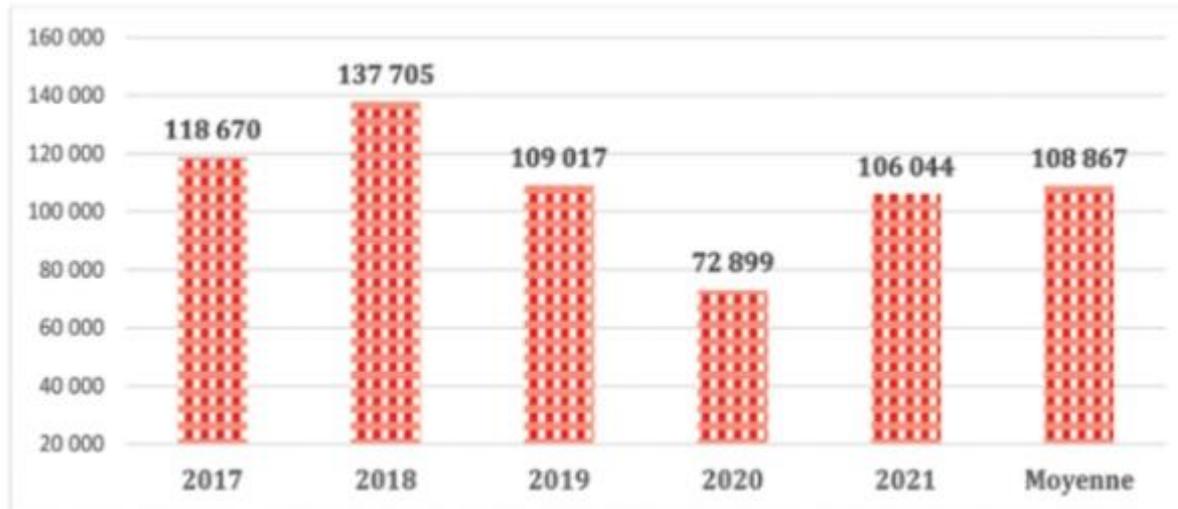
■ Conclusion

# ■ ■ ■ ■ Introduction et Objectifs

# Introduction

## L'industrie du cajou au Burkina

*Figure 1: la production de noix brute de cajou*



**Source :** CBA, à partir des données de l'INSD

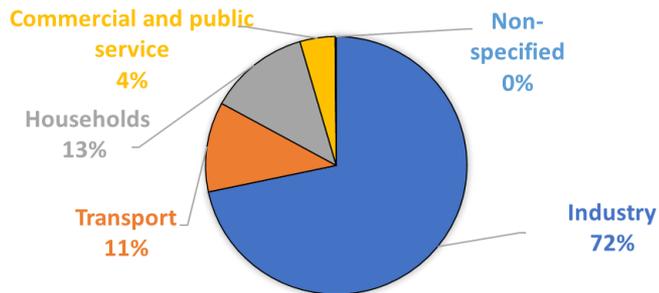
**Prévisions de production de la noix brute:** à 200 000 tonnes et de transformer 45 % du stock.



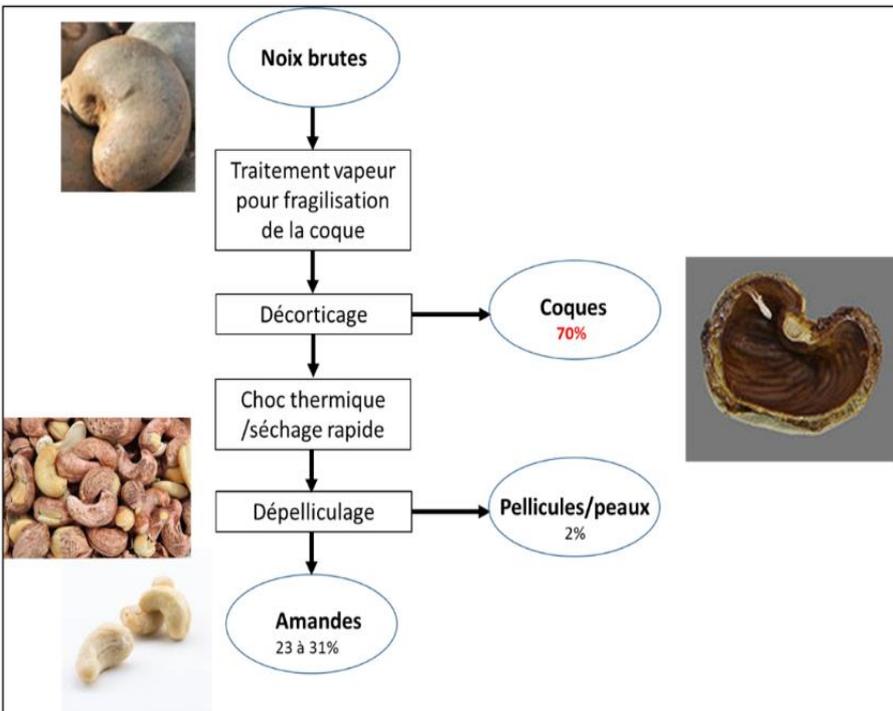
# Introduction

## Les besoins énergétiques des PME

Burkina Faso Energy Consumption By Sector in 2019



## Besoins des industries Agroalimentaires en **chaleur, vapeur, électricité, forme motrice**



# Introduction

Options de gestion des coques se limitaient principalement à :



✓ La combustion directe en chaudière pour fournir l'énergie nécessaire à la transformation, entraînant des fumées noires, acres et acides.



✓ L'entreposage, provoquant une contamination des sols et des écosystèmes

# Introduction

Les populations locales, vivant à proximité des unités de transformation, et les travailleurs **sont directement exposés aux impacts de ces pratiques**



# Introduction

## Alternatives valorisation énergétique par d' autres voies

### ✓ **Pyrolyse :**

Production de biochar et amélioration de l'efficacité énergétique.

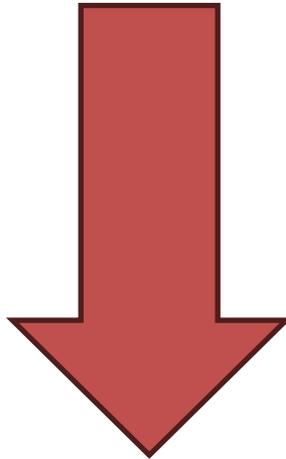
### ✓ **Combustion étagée :**

Amélioration de l'efficacité énergétique.

**Cependant, malgré leur potentiel, ces solutions requièrent une évaluation rigoureuse pour mesurer leur impact environnemental**

# Objectifs

Evaluer les impacts environnementaux à travers une ACV (Analyse du Cycle de Vie) de la valorisation énergétique des coques de cajou dans les unités de transformation au Burkina Faso



**Identifier les principaux polluants émis (COV, HAP, particules, etc.) et quantifier leurs concentrations pour évaluer l'impact environnemental**

# ■ ■ ■ ■ **Méthodologie**

# Méthodologie

## Technologies étudiées



**Chaudière à pyrolyse H2CP (High Calorific Cashew Pyrolizer)**



**Foyer traditionnel trois pierres à combustion directe**

# Méthodologie

## Technologies étudiées



**Chaudière à combustion  
étagée BioStar**



**Chaudière Muskaan à  
combustion directe**

# Méthodologie

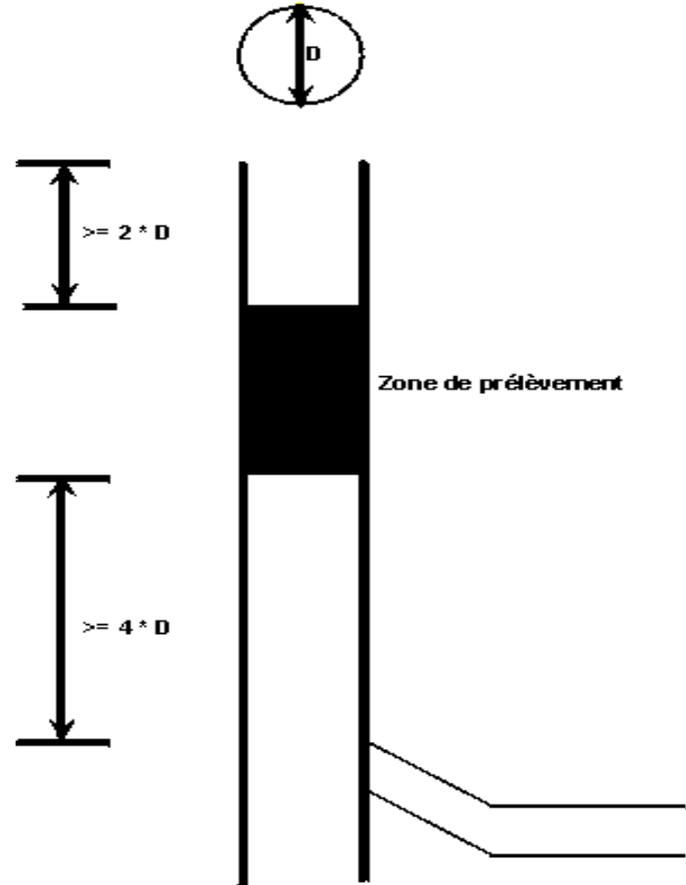
Sites et technologies étudiés	Paramètres étudiés
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Chaudière Muskaan combustion directe</li> <li><input type="checkbox"/> Foyer à combustion étagée (BioStar)</li> <li><input type="checkbox"/> Chaudière à pyrolyse H2CP (High Calorific Cashew Pyrolizer)</li> <li><input type="checkbox"/> Foyer traditionnel à trois pierres combustion en air ambiant</li> </ul>	<b>Poussières totales</b>
	<b>Screening des COV (Composés organiques volatils Individuels)</b>
	<b>15 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>
	<b>CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub></b>
	<b>Métaux (Cd, Hg, As, Pb, Cr, Sn, Mn, Ni et Zn)</b>
Pression, température, concentration et débit massique	

# Méthodologie

## Préparation de la Campagne de Mesurage

☐ Réalisation en conformité avec **la norme NF EN 15259** : *Mesurage des émissions de sources fixes — Exigences relatives aux sections et aux sites de mesurage.*

- Identification et préparation des **points de prélèvement** (orifices de mesurage).
- Évaluation de l'**homogénéité** des écoulements dans les conduites.
- Validation des sections de mesurage.



# Méthodologie

Prélèvement autour du foyer Trois pierres

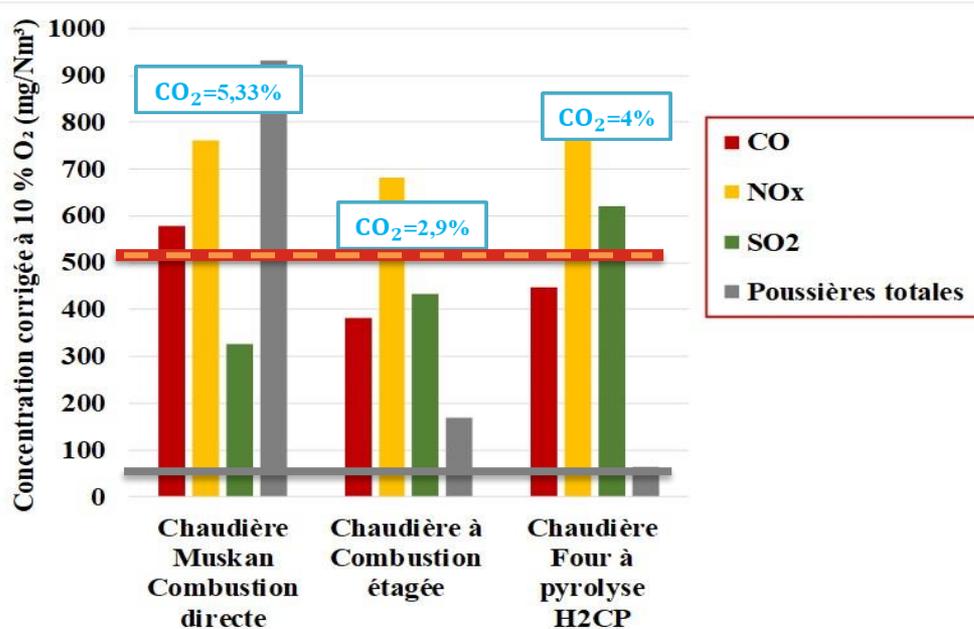


**Prélèvement passif sur tube de  
charbon actif et dosage par GC/MS /  
LQ= 1 $\mu$ g**

- ■ ■ ■ **Résultats et  
Discussions**

# Résultats

## Concentrations corrigées des Gaz de Combustion et des Poussières Totales (mg/Nm<sup>3</sup> à 10 % O<sub>2</sub>)

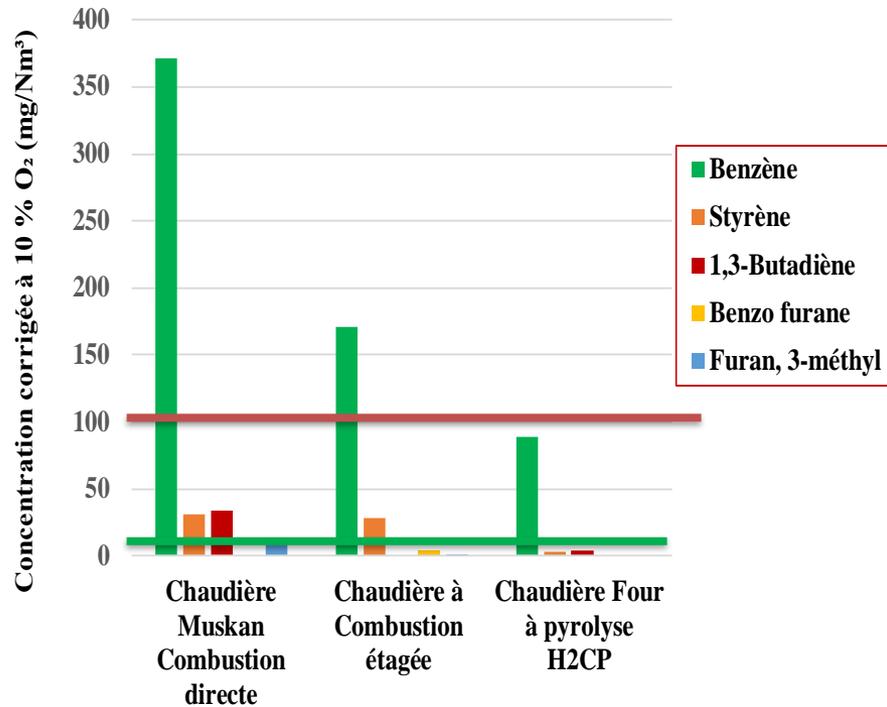


Valeur limite CO et Nox (500 mg/Nm<sup>3</sup>)  
Valeur limite particules (50 mg/Nm<sup>3</sup>)

- ❑ **La combustion directe** entraîne une combustion rapide, intense et incomplète avec des émissions élevées et une faible efficacité énergétique.
- ❑ **La combustion étagée** permet une oxydation plus complète, une meilleure maîtrise des conditions de combustion et réduit les émissions
- ❑ **La pyrolyse** diminue les émissions par rapport à la combustion directe en ce qui concerne les particules et le monoxyde de carbone mais reste moins efficace que la combustion étagée.

# Résultats

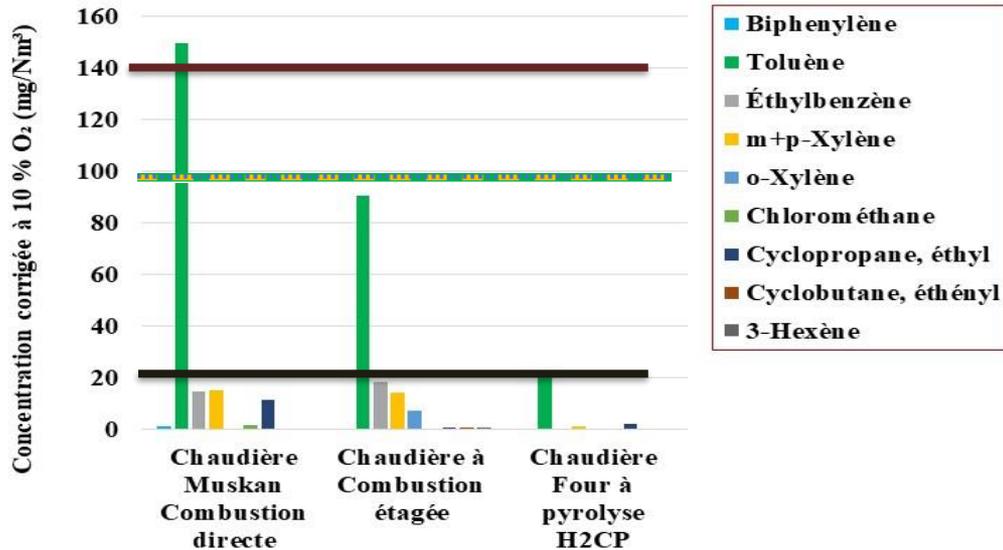
## Résultats COV Cancérigènes (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)



- ❑ **La chaudière Muskan** à combustion directe émet les niveaux les plus élevés de COV cancérigènes, reflétant une technologie peu efficace nécessitant des améliorations.
- ❑ **La chaudière à combustion étagée** réduit significativement les émissions de COV, éliminant complètement le 1,3-butadiène, bien que des traces de benzo furane subsistent.

# Résultats

## Résultats COV Irritants des Voies Respiratoires (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)

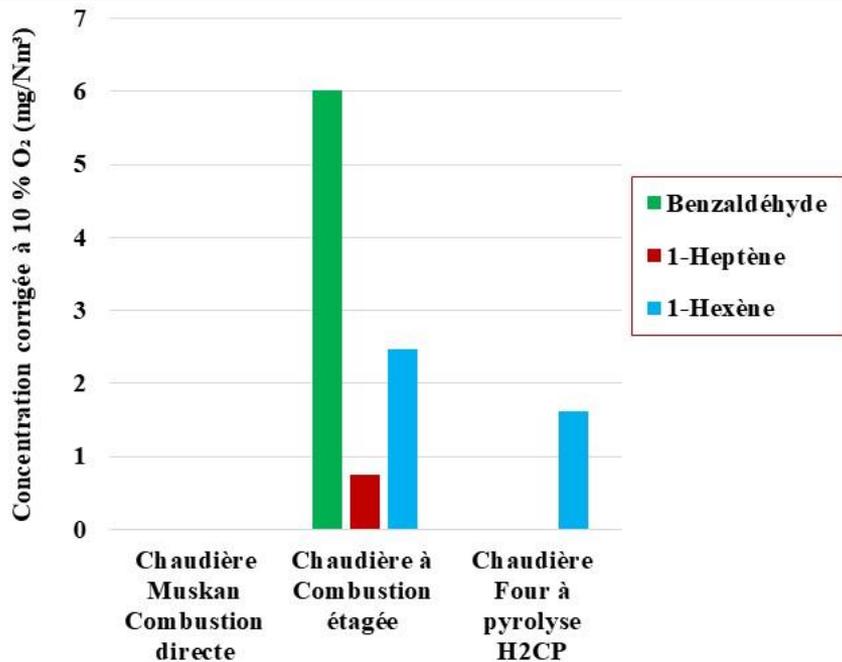


- ❑ **Chaudière Muskan (combustion directe)** : Émet les plus hauts niveaux de COV irritants (toluène, cyclopropane)
- ❑ **Chaudière à combustion étagée** : Réduit certaines émissions de COV, mais des niveaux notables de xylènes et d'éthylbenzène persistent

— : Valeur limite Toluène ; m+p-Xylène ; O-Xylène (100 mg/Nm<sup>3</sup>)  
— : Valeur limite Cyclobutane, éthényl ; Cyclobutane, éthényl (150 mg/Nm<sup>3</sup>)  
— : Valeur limite Chlorométhane (20 mg/Nm<sup>3</sup>)

# Résultats

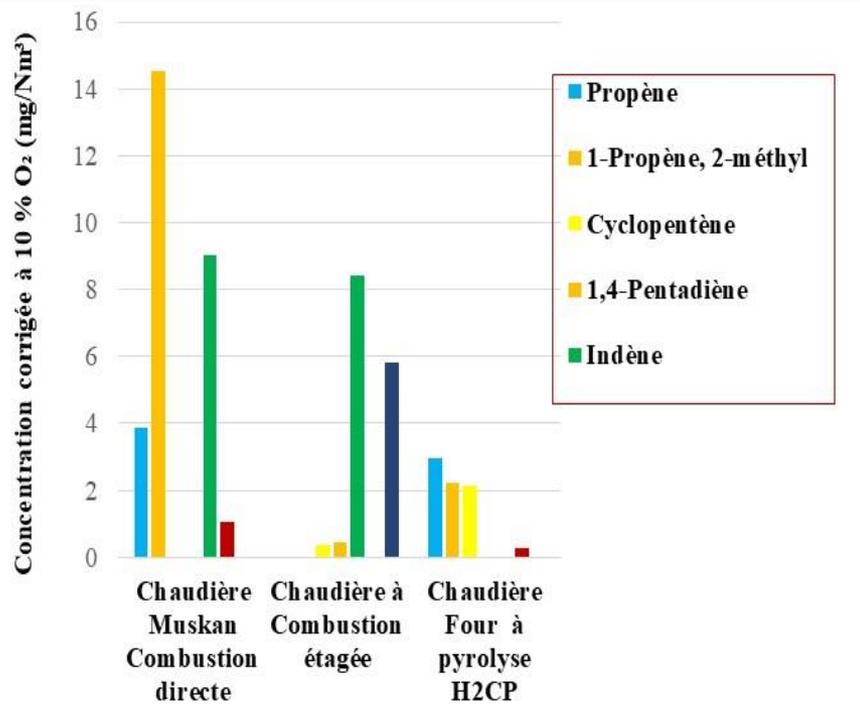
## Résultats COV Irritants voies cutanées et oculaire (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)



- ❑ **Chaudière Muskaan (combustion directe)** : Ne génère aucun des composés analysés, mais cela indique une combustion inefficace et des conditions de décomposition thermique limitées.
- ❑ **Chaudière à combustion étagée** : Produit des concentrations notables de benzaldéhyde, 1-heptène et 1-hexène, signalant une combustion partiellement contrôlée.
- ❑ **Chaudière à pyrolyse H2CP** : Élimine le benzaldéhyde et le 1-heptène, mais laisse des traces de 1-hexène, probablement dues aux conditions spécifiques de la pyrolyse.

# Résultats

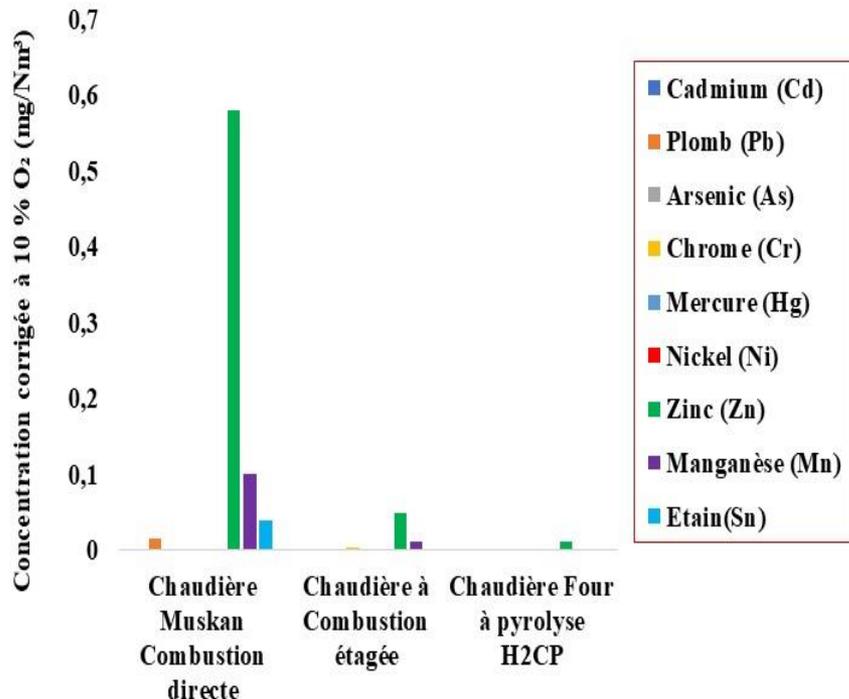
## Résultats COV Irritants Multiorganes (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)



- ❑ **Chaudière Muskan (Combustion directe)**
  - Présente les émissions les plus élevées pour les hydrocarbures simples et complexes, en raison d'une combustion non contrôlée.
- ❑ **Chaudière à combustion étagée**
  - Réduit certains composés (propène, fluorène) mais favorise la formation de composés spécifiques (1,4-pentadiène, benzène, 1-éthényl-3-méthyl).
- ❑ **Chaudière Four à pyrolyse H2CP**
  - Technologie, éliminant la plupart des composés irritants multiorganes, sauf ceux liés à la décomposition thermique partielle.

# Résultats

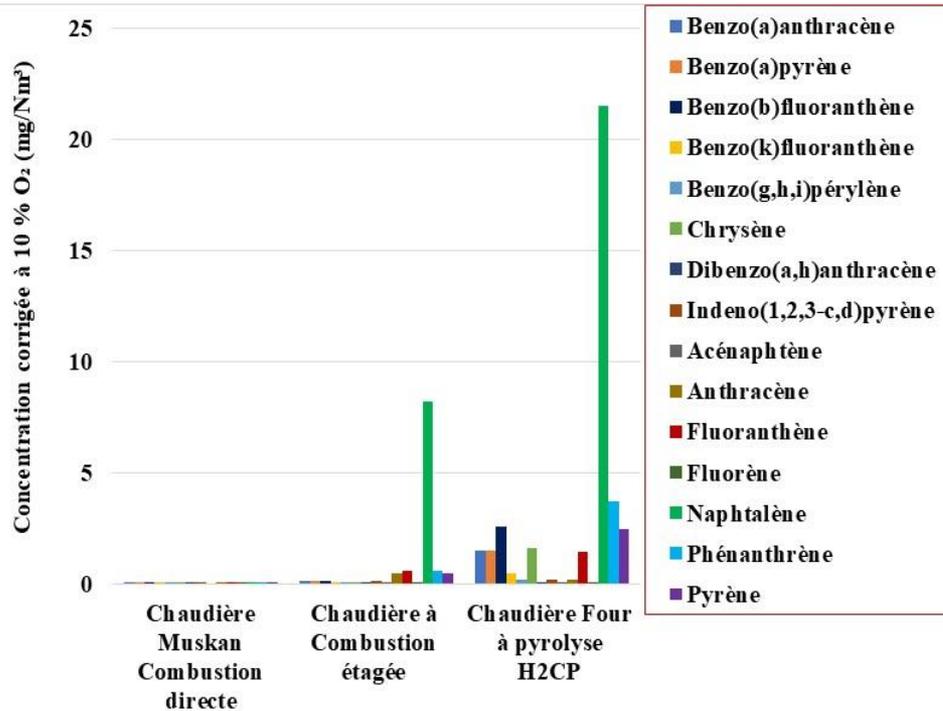
## Résultats Métaux lourds (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)



- ❑ **Chaudière Muskan (Combustion directe)**
  - Elle génère les concentrations élevées pour presque tous les métaux lourds détectés, reflétant des conditions de combustion moins maîtrisées.
- ❑ **Chaudière à combustion étagée**
  - Cette technologie réduit significativement les émissions de métaux lourds, bien que certaines traces subsistent (notamment pour le plomb, le chrome, et le zinc).
- ❑ **Chaudière Four à pyrolyse H2CP**
  - La pyrolyse limite les émissions de métaux lourds, grâce à des conditions favorisant la rétention des métaux dans les résidus solides.

# Résultats

## Résultats Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Concentrations corrigées à 10 % O<sub>2</sub> en mg/Nm<sup>3</sup>)

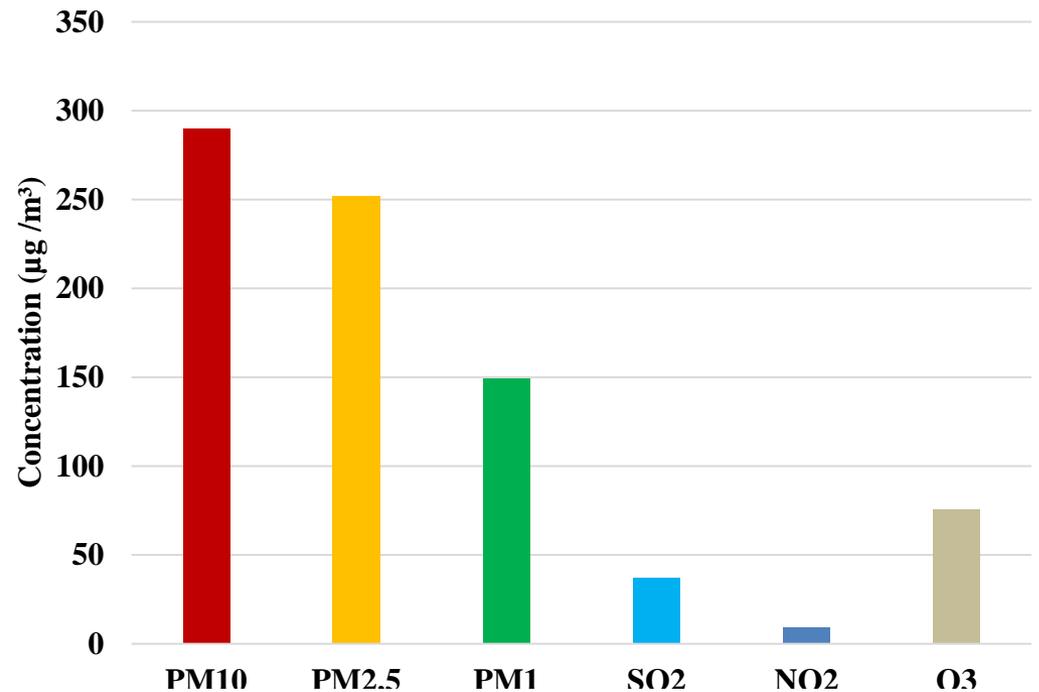


Analyse des résultats en cours

# Résultats

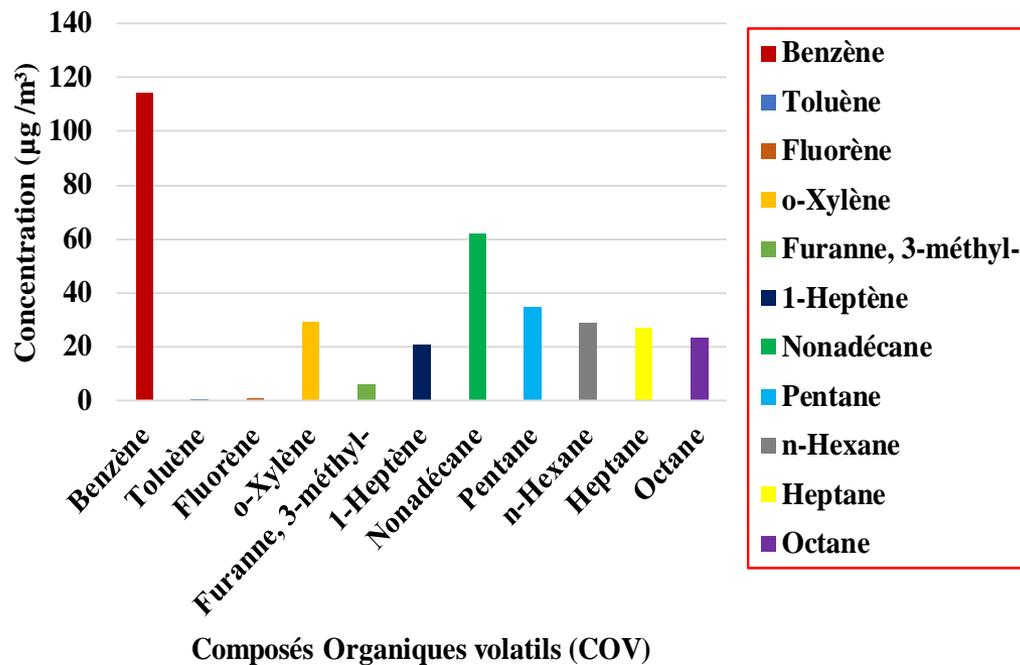
## Concentrations trois pierres (en air ambient )

Mesure paramètre	Résultats
Température Moyenne	37,93
Humidité	43,38
Vitesse de vent	0,47
CO2	1735,13 (ppm)
CO	5,56 (mg/m <sup>3</sup> )



# Résultats

## Concentration des Principaux COV Foyer trois pierres (en air ambiant)



### Concentrations plus élevées en air ambiant :

- Le benzène ( $114,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est élevé
- Le nonadécane ( $62,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est présent en air ambiant

### Apparition de nouveaux composés en air ambiant :

le pentane, le n-hexane, pentane, Octane et Nonadécane détectés autour du foyer trois pierres, mais absents dans les émissions des cheminées industrielles.

■ ■ ■ ■ **Conclusion et perspectives**

# Conclusion et perspectives

Cette étude a permis d'identifier les principaux polluants issus de différentes technologies de valorisation énergétique des coques

- Approfondir l'analyse des résultats
- Ramener les résultats au kg de coques
- Organiser un atelier de restitution avec les acteurs
- Réaliser une ACV

# Merci pour votre attention!

**Barka** Thanks  
Jërëjéf Danke  
**merci**  
Anitié

- *Un merci spécial à:*  
*Pr. Igor*  
*OUEDRAOGO, Dr.*  
*Sayon SIDIBE, Mme*  
*CONGO Salamata*

# Résultats

## Mesure du Débits Moyen Normalisé, vitesse et température

Paramètres	Chaudière à combustion directe Muskan	Chaudière à combustion étagée	Chaudière Four à pyrolyse H2CP
Débit (Nm <sup>3</sup> /h)	796	174	778
Vitesse d'éjection (m/s)	12,86	3,4	6,41
Température °C	700	65	375
Taux d' O <sub>2</sub>	13,71	17,04	11,45

### variations de débit :

**Combustion étagée :** Plus efficace limite les émissions

**Combustion directe et pyrolyse :** Produisent un volume de gaz plus important

### Vitesse d' éjection:

**Combustion directe :** dispersion rapide des gaz, moins efficace sur le plan énergétique.

**Combustion étagée :** Meilleure gestion thermique. plus efficace énergétiquement

### Température:

**Température basse (combustion étagée) :** Indique une meilleure récupération énergétique.

**Température élevée (combustion directe) :** Peut signaler des pertes thermiques importantes.