République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère des Ressources en Eau

ONA
الديوان الوطني للتطهير
Office National de l'Assainissement

SIEE Pollutec
Salon international des équipements, des technologies et des services de l'eau

24>27 mars 2014
CENTRE DE CONVENTIONS
ORAN - ALGÉRIE

MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU

Perspectives de valorisation agricole et énergétique des boues issues des STEP en Algérie

Présenté par :

Mr LADJEL Farid & Mme ABBOU Sonia

Oran le 25 Mars 2014

Sommaire

- **Introduction.**
- **Etat des lieux de l'assainissement en Algérie.**
- **Contexte et objectifs de la valorisation des boues.**
- **Définition, origine et nature des boues.**
- ***Partie I:*** Valorisation énergétique des boues.
- **Perspectives : STEP d'Oran et d'Annaba.**
- ***Partie II:*** Valorisation agricole des boues.
- **Cas de la STEP de Tizi-Ouzou.**
- **Projet de coopération Algéro- Coréen.**
- **Recommandations et conclusion.**

Situation de l'assainissement en Algérie

Linéaire du réseau (km linéaire)

34 906

Volume collecté (millions de m^3 /an)

732

Données ONA, 2013

Situation de l'assainissement en Algérie

	Nombre de STEP en exploitation	Capacités installées en million Eq/hab	Volume d'eau épurée en million de M^3/an	Quantités des boues produites en T/J
ONA	**96**	**6,88**	**161**	**106**
SPA ET AUTRES	**54**	**/**	**/**	**433**
TOTAL	**150**	**/**	**/**	**539**

Données ONA, PDVB, 2013

الديوان الوطني للتطهير
Office National de l'Assainissement

Contexte et objectif de la valorisation des boues

Contexte actuel

Dans le contexte actuel de protection de l'environnement, l'élimination des **boues d'épuration** constitue un des enjeux majeurs pour notre pays.

L'accroissement du nombre de STEP en Algérie s'accompagne de production de quantités non négligeables de boues d'épuration. L'objectif du traitement est de réduire le volume des boues produites, mais également de les valoriser par :

- Une réutilisation à des fins agricoles, permettant ainsi d'enrichir les sols sans recourir à des engrais chimiques,
- Valoriser leur potentiel énergétique sous forme de biogaz.

Objectifs

- Maitriser la gestion de ces sous produits;
- Créer une valeur ajoutée (énergie, amendement, fertilisant, cimenterie,…);
- Réduire les nuisances olfactives;
- Participer à la protection de l'environnement et au développement durable.

Définition et nature des boues

Eau usée

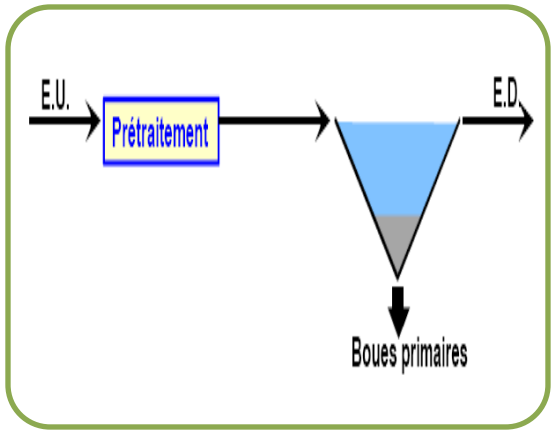
Station d'épuration

Eau épurée

Boues d'épuration

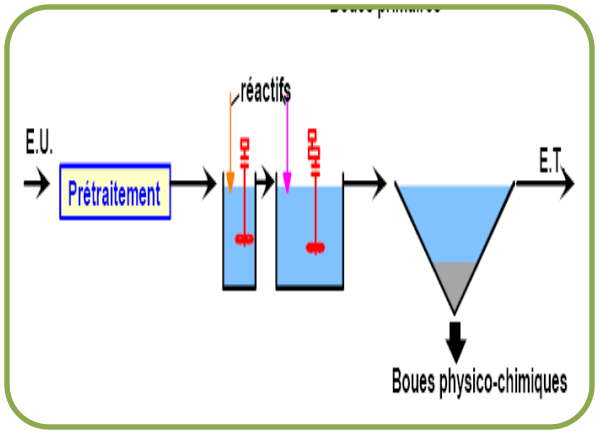
Boue de station d'épuration désigne l'ensemble des résidus de l'activité biologique des micro-organismes vivant dans les stations d'épuration, qui transforment les matières transportées par les eaux usées pour qu'elles puissent en être extraites. Elles sont constituées essentiellement d'eau, de sels minéraux et de matière organique

Types de boues



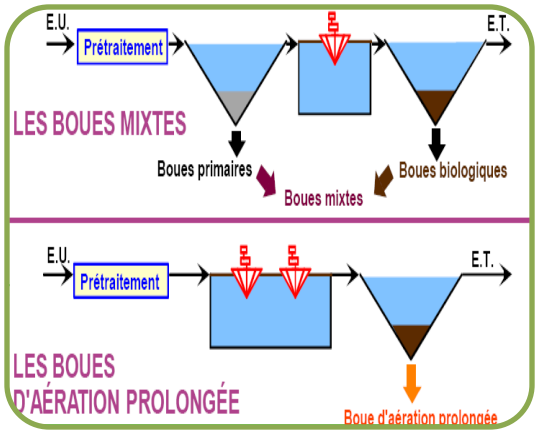
Les boues primaires :

Ceux sont des dépôts proviennent du traitement primaire des eaux usées, par décantation.



Les boues physico-chimiques :

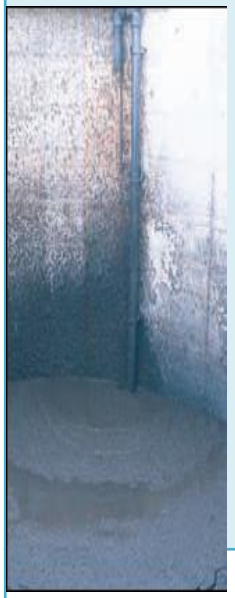
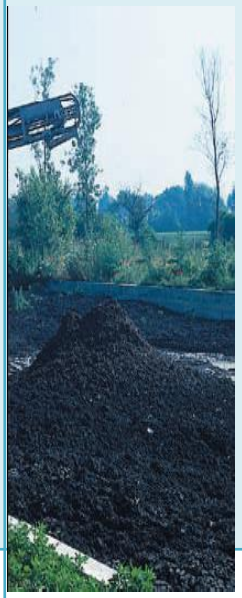
Proviennent de la décantation après traitement avec des réactifs chimiques (agents floculants).



Les boues biologiques :

Proviennent d'une épuration biologique des eaux usées, composées d'agrégats de micro flocs bactériens.

Caractéristiques physiques des boues

Boues biologiques, plus ou moins déshydratées				Boues biologiques stabilisées		Autres boues
						
1-5% MS	6-8% MS	10-30% MS	60-80% MS	30-40% MS	45% MS	50% MS
Boues liquides	Boues égouttées	Boues pâteuses	Boues séchées	Boues solides chaulées	Boues compostées	Boues cellulosiques

Les différentes voies de valorisation et d'élimination des boues

Epandage: Apports des boues sur le sol, selon une répartition régulière,

Méthanisation: Matière organique +microorganismes —anaérobiose→ Biogaz

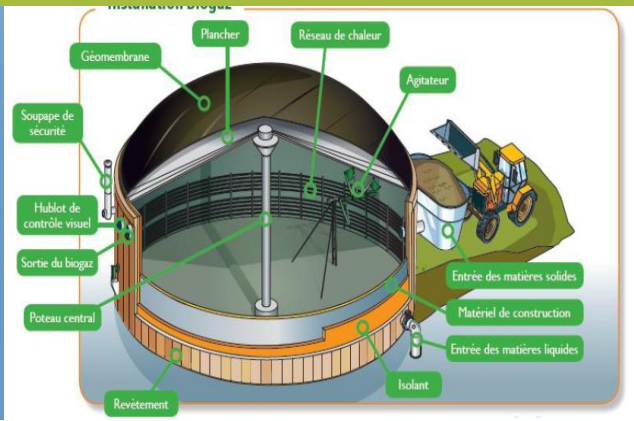
Compostage: Matière organique(boue+co- produit) +microorganismes —aérobiose→ Composés humiques

Incinération: Matière organique —Combustion +500°C→ Matière volatile+matière minérale résiduelle

Mise en décharge ou CET

PARTIE I

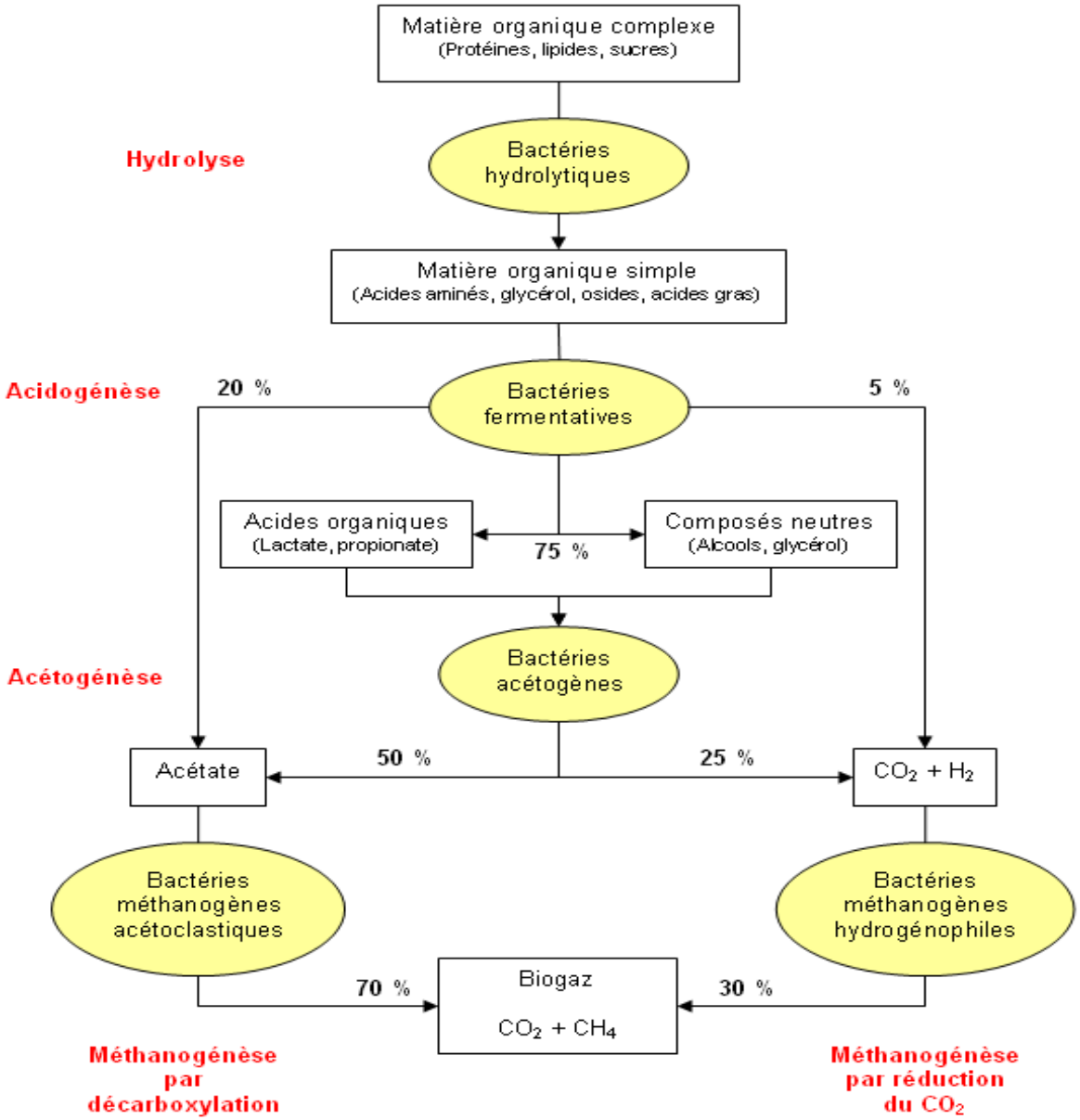
Valorisation énergétique des boues



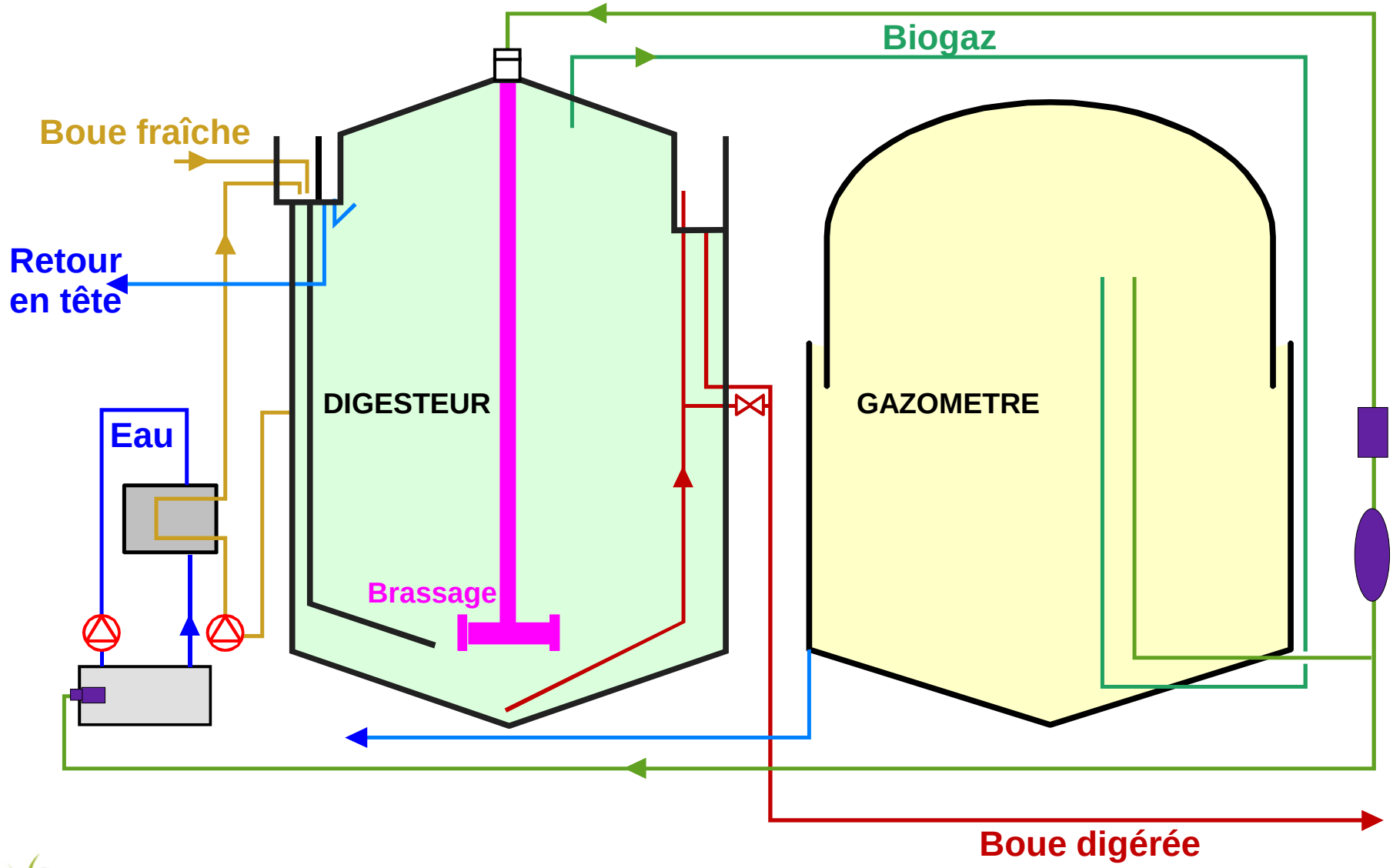
Définition de la méthanisation

La méthanisation (ou fermentation anaérobie) est un procédé biologique permettant de valoriser des **matières organiques** qui sont dégradées partiellement en **l'absence de l'oxygène** (digestion anaérobie), par l'action combinée de plusieurs types de **micro-organismes** qui conduit à la formation du **biogaz** qui est source d'énergie renouvelable et d'un **digestat** utilisé comme fertilisant. (Voir Schéma qui suit)

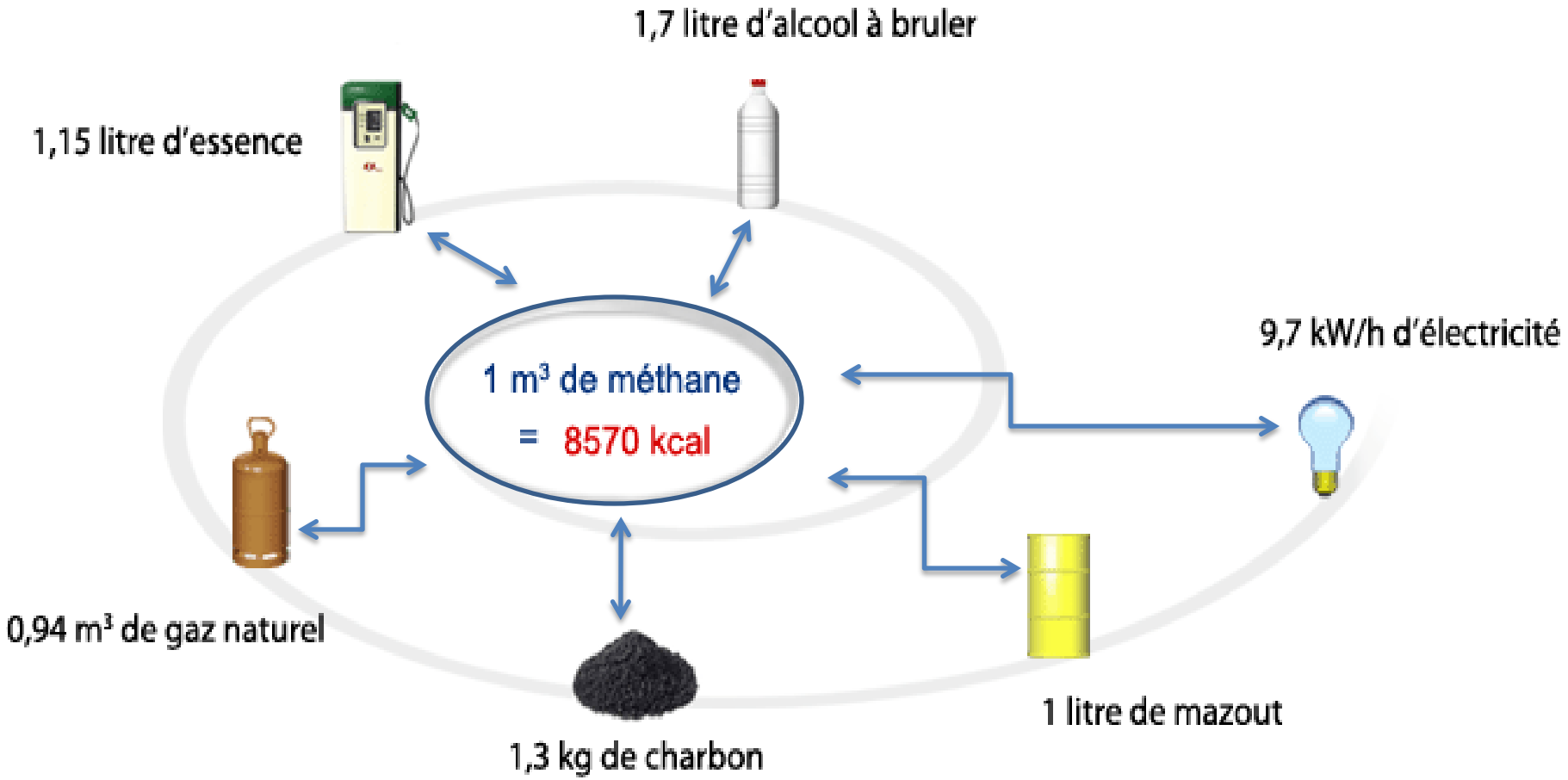
Les principales phases du processus de méthanisation



Principe de la méthanisation



Equivalence énergétique du méthane



Composition du Biogaz

Le biogaz est principalement constitué de méthane combustible et de gaz carbonique inerte. D'autres gaz peuvent venir s'ajouter de façon minoritaire dans la composition du biogaz : hydrogène, sulfure d'hydrogène (H_2S). La teneur de ces gaz dépend étroitement du déchet traité et du degré d'avancement de la méthanisation.

Nature du gaz	Proportion (en %)
Méthane (CH_4)	50 - 80
Dioxyde de carbone (CO_2)	20 - 50
Hydrogène sulfuré (H_2S)	0 - 0,5

Propriétés du Biogaz

➢ Le biogaz est un gaz sensiblement plus léger que l'air, il produit deux fois moins de calories par combustion à volume égal que le gaz naturel. Cette énergie renouvelable peut être utilisée sous différentes formes : combustion pour la production d'électricité et de chaleur, production d'un carburant.

Le PCI est le pouvoir calorifique inférieur lorsque l'eau produite par cette combustion reste à l'état de vapeur:

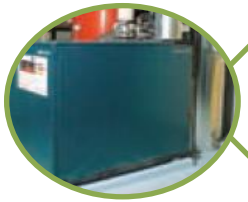
- Le PCI du méthane à 0°C à pression atm = 9,94 kWh/m^3.

- Pour le biogaz, le PCI sera proportionnel à sa teneur en méthane (par exemple, pour un biogaz contenant 70% de méthane, le PCI sera de 9,94 x 0,7 = 6,96 kWh/m^3).

Les voies de valorisation du Biogaz

Valorisation thermique: pour chauffer le digesteur, les locaux et parfois pour sécher les boues, la teneur en CH_4 du biogaz peut descendre jusqu'à 20%. La chaleur de combustion du biogaz peut aussi servir pour la production d'eau chaude

Valorisation électrique: au moins 40% de méthane



Valorisation énergétique mixte ou cogénération

Production du **biocarburant**, un minimum de 96% de méthane

Injection du méthane épuré dans le **réseau de gaz naturel** (pas encore autorisée)

Intérêts et Limites

Intérêts

Production de biogaz

➢Une énergie renouvelable et stockable, qui peut être convertie en différentes formes d'énergie utile.

Traitement des boues

➢Meilleure **flexibilité** de la filière boues.
➢Capacité de **stockage** du digesteur.
➢**Réduction des coûts** de traitement.
➢Bonne **déshydratabilité** des boues.
➢ Très bons **abattement de la matière sèche(40%) et de la matière volatile(55%).**
➢ **Stabilisation et hygéinisation** des boues.
➢**Réduction des nuisances olfactives.**

Réduction des émissions de gaz à effet de serre

➢Le méthane a **un effet de serre 21 fois plus important** que le gaz carbonique. Sa combustion contribuera à réduire l'effet de serre

Installations compactes et ne nécessitent pas d'emprise importante

Intérêts et Limites

Limites

Rendement

Rendement très inégaux en fonction du type de boue « digestibilité » de la boue .

Sensibilité

Sensible aux variations de charge polluantes en entrée (toxiques, pH ...)

Technicité

Nécessité de personnel qualifié (surtout si exploitation du biogaz)

Facteurs de réussite des projets de méthanisation

La volonté politique

Les incitations à la production de l'énergie verte (tarifs d'achat, primes…)

Les accords internationaux (protocole de Kyoto)

Réglementations

Infrastructures d'assainissement

Technicité

Réduction des coûts

Indisponibilité de l'énergie fossile

Démarches simplifiées pour mise en place d'un projet

Perspectives

STEP D'ORAN **STEP D'ANNABA**

STEP D'ANNABA

Capacité (équivalent habitant)
580 700

Débit nominal (M^3/j)
83 620

Charge massique de DBO5 (kg/j)
1795

Charge massique de DCO (kg/j)
3118

Charge massique de MES (kg/j)
3860

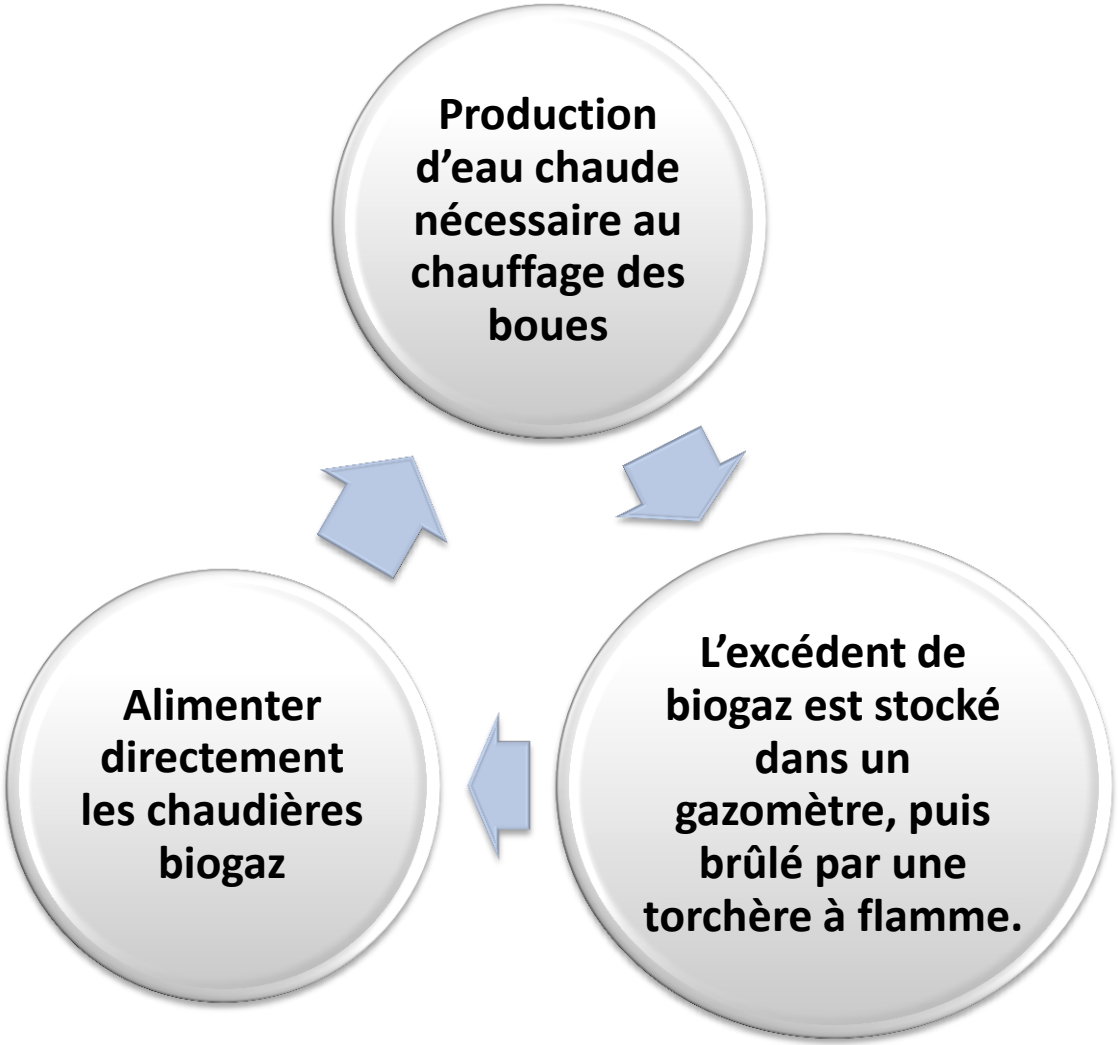
BILAN GAZ

Production journalière de gaz (Nm^3/j)
7 503

Débit horaire (Nm^3/h)
312

Pouvoir calorifique du gaz (kJ/Nm^3)
22 818

Utilisations du biogaz de la STEP d' ANNABA



STEP EL KERMA (ORAN)

Bilan gaz		
	Production nominale	**Production actuelle**
Boue (t ms/mois)	1950	650
Gaz (méthane) **Nm^3/mois**	**1 296 000**	**216 000**

Capacité (équivalent habitant)
1 526 000

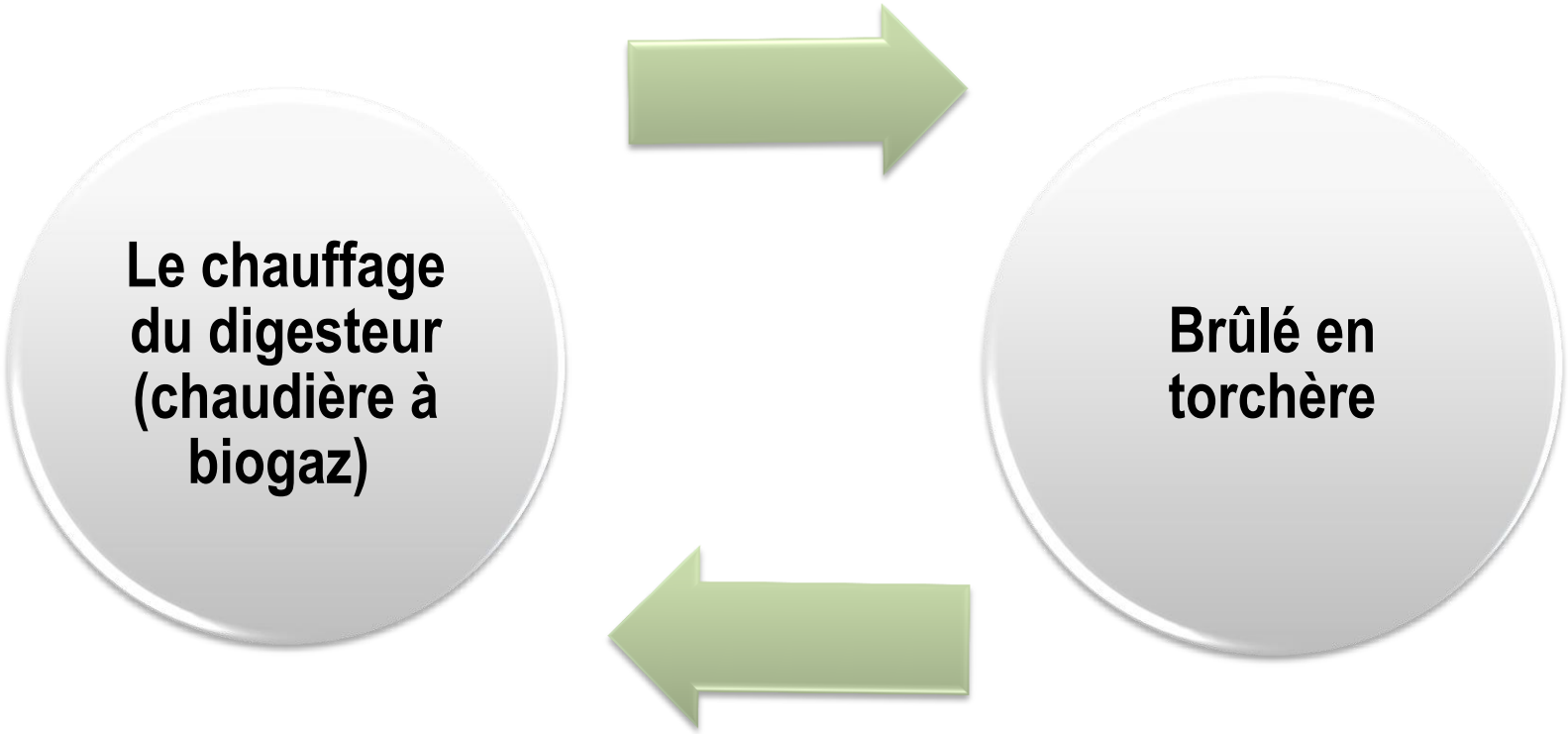
Débit nominal (M^3/j)
270 100

Charge massique de DBO5 (kg/j)
91 560

Charge massique de DCO (kg/j)
228 910

Charge massique de MES (kg/j)
96 860

Utilisations du biogaz de la STEP d' EL KERMA



La valorisation agricole des boues

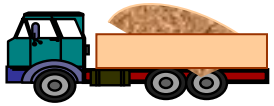
PARTIE II

La valorisation agricole des boues

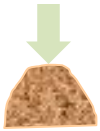
Traitement de l'eau → Boues → Déshydratation + chaulage éventuel

Compostage + Stockage du compost

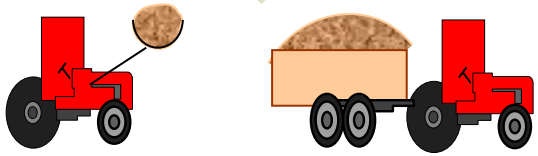
Stockage



Enlèvement et transport



Dépôt courte durée en bout de champ Avant épandage



Reprise et épandage

Intérêts et Limites

Enjeux et intérêts

- Valeur agronomique, Intérêt environnemental, Intérêt économique.

Contraintes et limites

- Qualité des boues, La perception des agriculteurs, qualité des sols.

Intérêts / Valeur agronomique des boues d'épuration

les boues d'épuration

Engrais

Amendement

Besoins en nutriments des cultures

Boues

Eléments majeurs		
L'azote (N)	Le phosphore (P)	Le potassium (K)

Eléments secondaires		
Le calcium (Ca)	Le magnésium (Mg)	Le soufre (S)

Oligo-éléments		
Le manganèse (Mn)	Le fer (Fe)	Le cuivre (Cu)

L'Amendement

Les amendements "basiques"

- Anciennement appelés "calciques et/ou magnésiens " car à base de chaux et de magnésie)
- Sont utilisés pour réduire l'acidité des sols trop acides (relever le pH jusqu'à la valeur optimum de 6,5).
- **Les boues chaulées** constituent un amendement basique. Le chaulage fait perdre de l'azote,

Les amendements organiques

- Entretien ou correction de la teneur du sol en matières organiques stables ("humus") et amélioration de ses propriétés biologiques, physiques et chimiques (structure, perméabilité, activité des micro-organismes, augmentation de la rétention des nutriments,...).
- **Les boues compostées** constituent un amendement organique.

Intérêts

Intérêt Environnemental et sanitaire

- Recyclage dans le milieu naturel et de l'économie des ressources non renouvelables.

Valeur économique

- Eviter les investissements et le recours à des filières plus couteuses.
- Réalisation des économies, suite à l'envolée spectaculaire du prix des engrais.

Limites et contraintes

Qualité des boues

Les ETM,CTO, les micro-organismes pathogènes

Perception des agriculteurs

Les pressions des industries agro-alimentaires, des consommateurs sont les raisons majeures qui favorisent la réticence des agriculteurs.

Qualité des sols

Pour les micro-organismes pathogènes : une intégration au sein de l'activité biologique du sol;
Pour les ETM : pour l'essentiel un stockage et une accumulation, car la part transférée est très minime;
Pour les CTO : pas de transfert, mais de nombreuses possibilités d'évolution existent selon leur nature chimique.

Aspect règlementaire

- **EN ALGERIE :** Inexistence de texte réglementaire relatif à la valorisation agricole des boues.

- **Norme Algérienne NA 17671 2010** : Matières fertilisantes, boues des ouvrages de traitement des eaux épurées urbaines, Dénominations et spécifications (Adoption de la NF U44-041 1985).

- Le cadre réglementaire actuel :

Conception et mise en œuvre de l'épandage

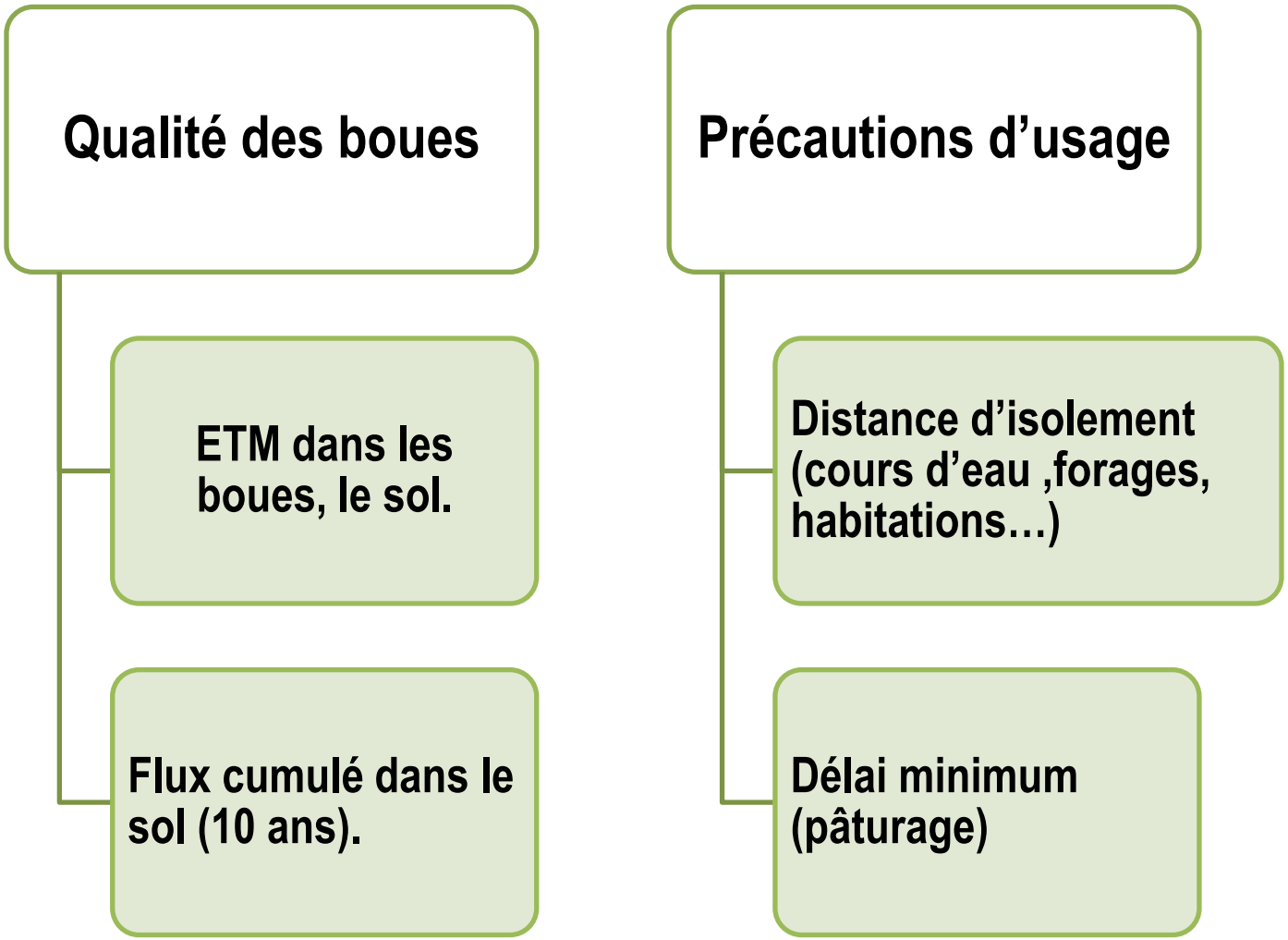
- Origine, quantité des boues
- Moyens techniques.
- Fertilisation complémentaire
- Périodes d'épandage
- Aptitude des sols à l'épandage

ETUDE PREALABLE A L'EPANDAGE

- Programme prévisionnel d'épandage.
- Registre d'épandage
- Suivi agronomique

SUIVI ET AUTOSURVEILLANCE

Qualité des boues et précautions d'usage



Les principes actuels du suivi de la valorisation agricole

Responsabilité entière du producteur

- Étude Préalable, suivi, bilan annuel, auto-surveillance

Contrôle de l'État

- En amont : Autorisation ou déclaration ou « simple information »
- En aval : Registres

Normes de qualité rigoureuses

Micro-organismes, ETM, CTO

Traçabilité

- Registres, interdiction de mélange, gestion de lots
- Reconnaissance du rôle joué par les agriculteurs

Réglementations mondiales

Limites ETM ET CTO

Teneurs limites réglementaires en ETM dans différents pays : (mg/kg MS)

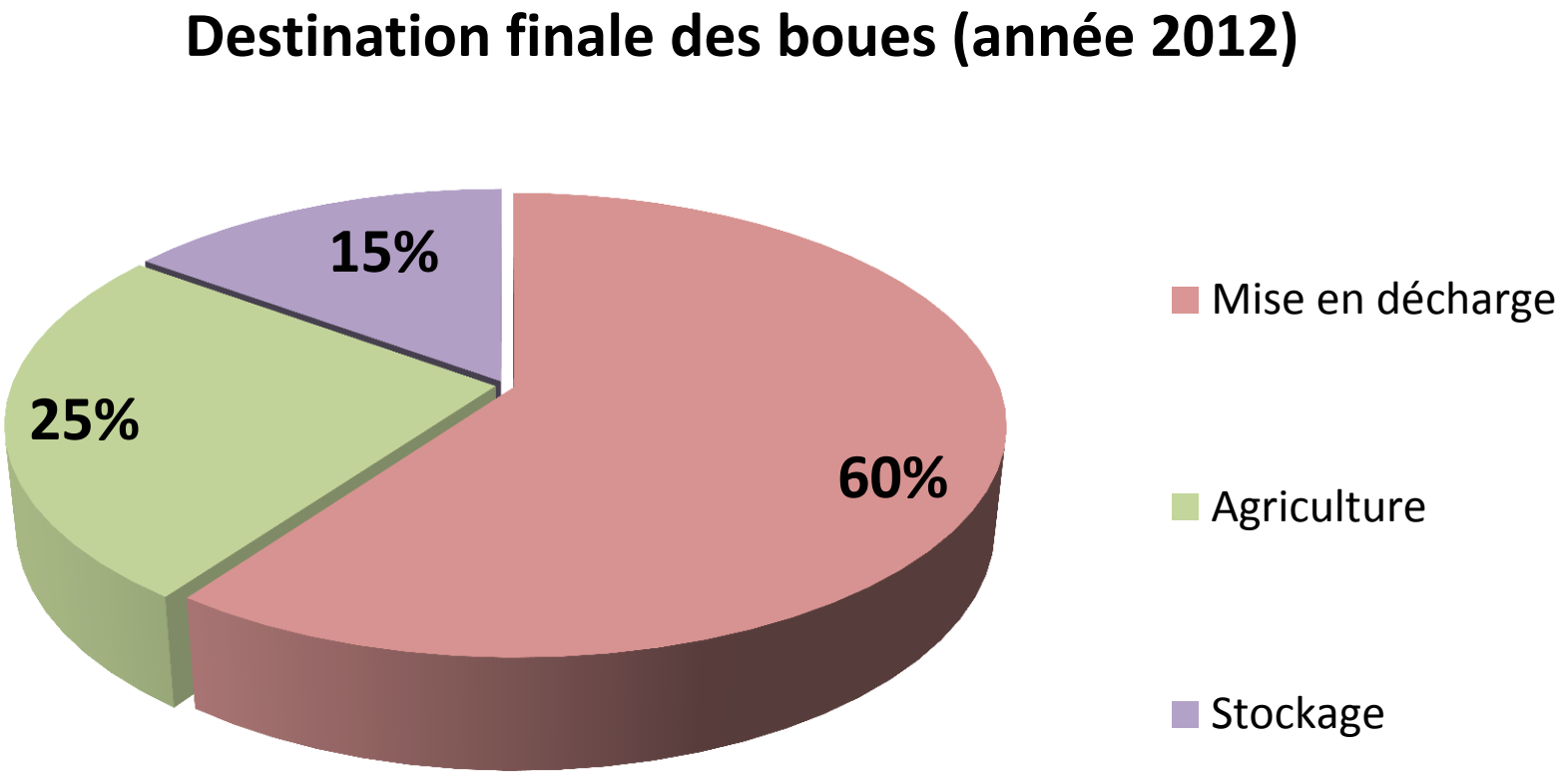
Pays	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	AS
CEE	20 - 40	1000 - 1750	1000-1750	16-25	300-400	750 -1200	2500-4000	
Danemark	0.8	100	1000	0.8	30	120		4000
Pays-Bas	1.25	75	75	0.75	30	100	300	15
Suède	1.75	100	600	2.5	50	100	800	
Finlande	1.5	300	600	2	100	150	1500	
Suisse	5	500	600	5	80	500	2000	
France	10	1000	1000	10	200	800	3000	
Tunisie	20	500	1000	10	200	800	2000	
Espagne pH <7 pH >7	20 40	1000- 1500	1000 1750	16 25	300 400	750 1200	2500-4000	
Etats -Unis	85	3000	4300	57	420	840	7500	75

Source : ADEME, 1999

Réglementation en matière de Teneurs limites en CTO et en matière de qualité microbiologique

Réglementation en matière de Teneurs limites en CTO (mg/kg MS)			Réglementation en matière de la qualité microbiologique
	Dioxine et Furane	PCB	Tunisie, Suisse, Italie, Etats-Unis, Egypte.
France		0,8	
Autriche	100	0,2	
Allemagne	100	0,2	
Suède		0,4	

Destination finale des boues

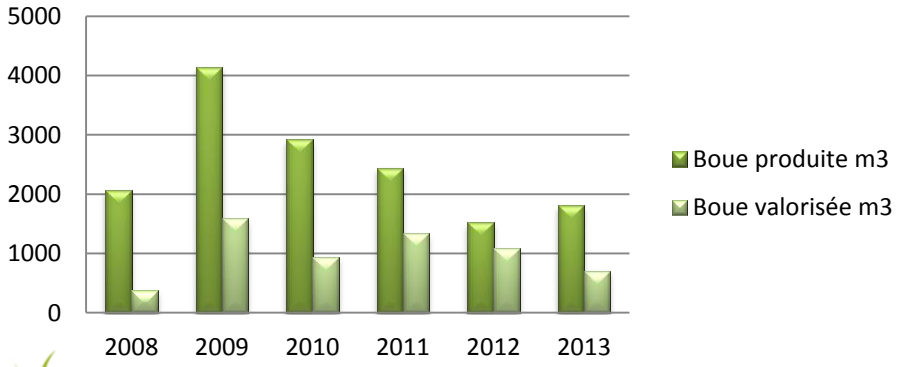


Données, ONA.

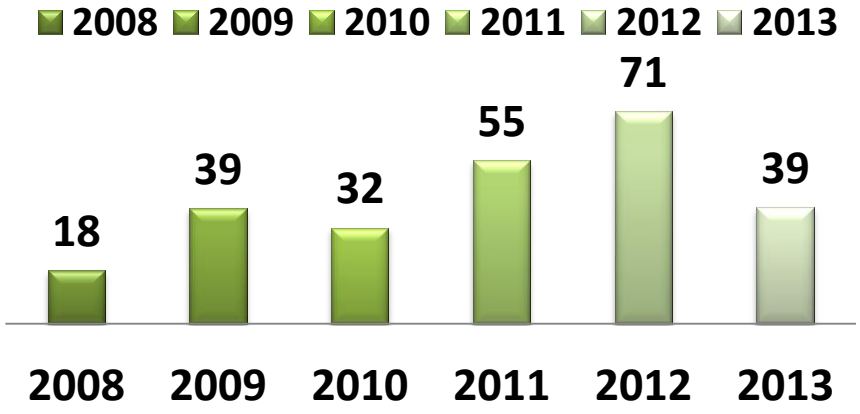
Valorisation agricole des boues au niveau de la STEP/EST de Tizi-Ouzou

La valorisation agricole des boues de la STEP/EST, est l'un des axes de la politique environnementale de l'ONA .

Quantités des boues produites



Taux de valorisation



Valorisation agricole des boues au niveau de la STEP/EST de Tizi-Ouzou

Evacuation des boues au niveau de la STEP EST de TIZI-OUZOU

Projet Ipp Consult : Compostage des boues de la Step/Est

Lettre d'Engagement pour la réutilisation des Boues à des fins Agricoles

Epandage agricole des boues provenant de la station d'épuration :……

Je, soussigné Monsieur ……, agriculteur, m'engage par la présente à me conformer aux exigences suivantes avant l'épandage des boues issues de …… à :

- Utiliser la boue uniquement en arboriculture.
- Assurer une distance d'au moins 35 mètres des puits, forages, cours d'eau…
- Interdire le pâturage du bétail.
- Etaler la boue par couche de 20 centimètres.
- Respecter les prescriptions environnementales et éviter pendant l'enlèvement :
  - Le déversement d'huile provenant du tracteur et/ou camion.
  - Le déversement de boue dans les alentours de la station.

Caractéristiques des boues :

- Boue stabilisée et séchée pendant une année.
- Teneurs en éléments traces conformes à la norme **NF U44 04 DE Juillet 1985**
- Analyses effectuées avant chaque évacuation des boues au laboratoire de l'ONA et/ou organismes externes spécialisées.

(signature légalisée avec la mention: lue et approuvée)

Programme de coopération Algéro-Coréen

Dans le cadre du programme de coopération internationale en matière de technologies environnementales, un projet en cours de réalisation qui consiste en: Etablissement d'un plan directeur à moyen et long terme pour le traitement et la valorisation des boues d'épuration et adaptation locale de la technologie y afférente :

- Analyse de la situation actuelle et mise en place d'une base de données,
- Evaluation comparative et économique des technologies de traitement des boues d'épuration,
- Compostage ou décharge des boues issues des STEP de petite et moyenne taille.
- Incinération des boues issues des STEP de Baraki, Béni Messous et Réghaia.

Recommandations

La volonté politique
Définition des responsabilités
Réglementations
Infrastructures d'assainissement
Incitations, démarches simplifiées
Formations, technicité
Doter les laboratoires de moyens de contrôle analytique
Constitution d'une BDD (bilan des boues en quantité et qualité)
Moyens matériels pour l'épandage

Conclusion

La valorisation des sous-produits de l'épuration particulièrement les boues s'est imposée à l'ONA non comme un choix optionnel mais une exigence inscrite dans l'axe stratégique traduit dans la politique environnementale et conforté par l'engagement à haut niveau du directeur général, dans l'optique de la protection de l'environnement et du développement durable.

« On n'hérite pas de la terre de nos parents, on ne fait que l'emprunter à nos enfants».

Antoine de Saint-Exupéry

Merci pour votre aimable attention