



UNIVERSITE DE CORSE – PASCAL PAOLI
ECOLE DOCTORALE ENVIRONNEMENT ET SOCIETE
UMR CNRS 6134 (SPE)



Thèse présentée pour l'obtention du grade de
DOCTEUR EN MECANIQUE DES FLUIDES, ENERGETIQUE,
THERMIQUE, COMBUSTION, ACOUSTIQUE
Mention : Physique Energétique, Génie Des Procédés

Soutenue publiquement par

Félicien TRAMONI

Le 15 décembre 2015

Analyse du traitement et de la gestion durable des boues d'épuration en Corse. Proposition de solutions énergétiques alternatives, axées sur la méthanisation des boues avec production d'énergies, aux méthodes appliquées en Corse. Utilisation de l'outil d'aide multicritère à la décision dans le cadre du surclassement de ces nouveaux procédés.

Directeurs :

Mr Philippe Poggi, Pr, Université de Corse
Mr Pascal Oberti, Mcf – HDR, Université de Corse

Rapporteurs :

Mme Stefka Nedeltcheva, Pr, Université Technique de Sofia
Mr Dominique Torre, Pr, Université de Nice Sophia Antipolis

Jury :

Mme Stefka Nedeltcheva, Pr, Université Technique de Sofia
Mr Philippe Poggi, Pr, Université de Corse
Mr Dominique Torre, Pr, Université de Nice - Sophia Antipolis
Mr Pascal Oberti, Mcf – HDR, Université de Corse

Résumé

La qualité des boues est directement liée à la qualité des étapes de traitement présentes au sein d'une station d'épuration.

En termes de traitement et d'élimination des boues, nous observons de la part des acteurs locaux, une volonté d'abandon définitif et durable de la filière « dépôt en centre de stockage », étant donnée une réglementation et des plans régionaux (notamment le PREDIS de Corse), toujours plus exigeant en termes de valorisations des déchets industriels et spéciaux. Nous observons également un abandon progressif et programmé des pratiques relatives à l'épandage. En effet, l'épandage des boues d'épuration fait l'objet d'une vaste controverse qui met en avant les risques sanitaires et environnementaux qu'elle engendrerait sur les sols agricoles. Au sein de notre région, cette pratique est réalisée de manière non réglementaire.

En Corse, les acteurs locaux semblent avoir optés pour la solution du compostage en vue de valoriser la production de boues d'épuration. En effet, près des 2/3 du tonnage annuel en MS de boues sont actuellement valorisés via cette filière. Le processus de compostage équivaut à une fermentation aérobie, faisant intervenir une multitude de micro-organismes. Cette filière de compostage, au même titre que l'épandage, a connu une forte expansion de son activité mais semble avoir des failles et des limites : problèmes de mauvaises odeurs ; réglementation de plus en plus exigeante ; et enfin surproduction de compost invendable aux vues de la demande.

Une autre solution pourrait présenter des atouts supérieurs : la méthanisation avec production d'électricité et de chaleur par cogénération. Cette production d'énergies passe obligatoirement par la valorisation du biogaz produit par ce système. En effet, le biogaz est un mélange contenant principalement du méthane (50 à 70%) et du dioxyde de carbone. Du fait d'une forte concentration en méthane, le biogaz est un bon fournisseur d'énergie (1m³ de biogaz a un pouvoir calorifique de 6 kWh soit l'équivalent de 0,6 l de fuel). Pour produire de l'électricité, le processus de méthanisation doit être couplé à un moteur à cogénération ou à plusieurs microturbines. EDF a alors l'obligation de racheter l'électricité produite à un prix se situant entre 11 et 14 centimes d'euros/kwh., Après 15 ans, le rachat du kwh produit se fait aux taux proposés par EDF.

En Corse, seulement une station d'épuration est équipée d'un digesteur couplé en série à cinq microturbines, produisant de la chaleur et de l'électricité par cogénération : La station de traitement des eaux usées de Campo Dell'Oro à Ajaccio. Ce procédé de valorisation énergétique pourrait être amélioré via le remplacement à terme, des microturbines par un moteur à cogénération. Une AMCDP a notamment permis de surclasser cette technologie vis-à-vis des microturbines, beaucoup moins efficaces en termes de rendement mais aussi de fonctionnement.

L'équipement des stations d'épuration de plus fortes capacités en Corse, de digesteurs associés à un moteur à cogénération pourrait être une solution durable à la problématique de la valorisation énergétique des boues.

Mots clés : boues d'épuration ; stations d'épuration ; méthanisation ; digesteur ; biogaz ; moteur à cogénération ; microturbine ; analyse multicritère.

Abstract

Sludge quality is directly related to the quality of of these processing steps present in a water treatment plant.

In terms of treatment and disposal of sludge, we observe on the part of local actors, a willingness to permanent and lasting abandonment of the sector 'deposit in storage centre", given a regional plans and regulations (including the PREDIS Corsica), increasingly demanding in terms of valuations of industrial and special waste. We also observe a gradual and planned abandonment of practices for spreading. Indeed, the spreading of sewage sludge is the subject of widespread controversy which highlights the health and environmental risks it would lead to agricultural soils. In our region, this practice is not carried out regulatory manner.

In Corsica, the local actors seem to have opted for the solution of compost to enhance the production of sewage sludge. Nearly 2/3 of the annual tonnage MS sludge is currently valued via this pathway. The composting process is equivalent to an aerobic fermentation involving a multitude of microorganisms. This composting stream, as well as spreading, experienced strong expansion of its business but seems to have flaws and limitations: problems with odors; regulatory increasingly demanding; and finally overproduction unsaleable compost to the views of the application.

Another solution could present higher advantages: anaerobic digestion with production of electricity and heat from cogeneration. . This energy production go through the biogas produced by this system. Indeed, the biogas is a mixture containing mostly methane (50 – 70 %) and carbon dioxide. Due to a high concentration of methane, biogas is a good energy supplier (1m³ biogas has a calorific value 6 kWh equivalent to 0.6 liters of fuel). To generate electricity, the anaerobic digestion process must be coupled to an engine cogeneration or several microturbines. EDF has the obligation to purchase electricity at a price ranging between 11 and 14 euro cents/kwh. After 15 years, the redemption of the kwh produced is done at the rate offered by EDF.

In Corsica, only a treatment plant is equipped with a digester coupled in series to five microturbines, producing heat and electricity cogeneration: The wastewater treatment plant at Campo Dell'Oro /Ajaccio. This energy recovery process could be improved with an eventual replacement of the microtubines by a cogeneration engine. An AMCDP allowed to outperform this technology towards microturbines, much less efficient in terms of performance.

The equipment of the highest capacity treatment plants in Corsica, digesters associated with a cogeneration engine could be a lasting solution to the problem of energy recovery of sewage sludge.

Keywords: sewage sludge; treatment plants ; anaerobic digestion ; digester; biogas ; cogeneration engine; microturbine ; multi-criteria analysis.

Riassuntu in lingua Corsa

I resti di i stazzioni chi trattani l'acqua frusta in Corsica, sò valorizati pà a più parti, in suvu.

In termini di trattamentu è eleminazione di sti resti, pudemu usservà a vulintà di a più parti di l'attori lucali, d'un abbandonu difinitivu è durevuli di a « missa in rumenzulaghju », vistu chi i piani rigiunali (cume u PREDIS di a Corsica), sò sempri più esigente pà a valorizzazione di i scilituri industriali è spiciali. Usservemu dinò un abbandonu prugressivu è prugrammatu di i pratici relativi a i « dispositi di i resti nantu a tarra agricola » chi facenu l'ughjettu d'una vasta cuntraversa chi metti in davanti i risichi sanitari pà a tarra agricola. In Corsica stà pratica un hè micca fatta di manera rigulamentara.

In Corsica, u suvu riprasenti a valorizzazioni di i 2/3 di a totalità di resti chi privenani di i stazzioni chi trattani l'acqua frusta. Stù modu di valorizzazione diventa sughjettu, cume « a missa in ramenzulaghju » è « i dispositi di i resti nantu a tarra agricola », a uppusizioni da a parti di a ghjenti chi campani accantu.

Avem u circatu in quiddu raportu, di mustrà ch'ellu si pò fà altrimenti. Prima di tuttu, avemu studiatu a nuvella stazzioni di Campo Dell'Oro in Aiacciu. Quì, avemu custatatu chi ancu stì resti, una nuvella tecnulugia pirtettia di pruce elettricitá é calori anc'u gasu naturali : « cinque turbini » installati.

L'intressu di stù prucedimentu pà trattà a prublematica di i resti di i stazzioni d'epurazioni s'averra veramenti prumettitori, tantu u mancu si facci senti in sù duminiu. Ci semu dunque pruposti di studià stù prucedimentu pà sapè s'ellu era assai di qualità. S'averra ch'ellu prisenti qualchi prublemi di funziunamentu. Avemu dunque circatu un'altru sistemu chi pudaria esse meddu, è a suluzioni truvata hè stata u prucedimentu di motori a co-generazione. Quidda suluzioni, d'appressu una analisa ancu monda criteri è participativa ch'avemu cundutti, s'averra più pertinenti, é pudaria equipaggià, tutti i nuvelli prughjetti di stazzioni d'epurazioni di più alta capacità di a noscia isula

Parolli chjavi : resti ; stazzioni d'epurazioni ; elettricitá ; calori ; turbini ; motori a co-generazione ; analisa ;