



RE.CO.R.D.

ETUDE N° 99-0104/3A

SYNTHESE DE L'ETUDE

FRANÇAIS / ANGLAIS

PROCEDURE D'EVALUATION DE L'INCINERABILITE DES DECHETS

**1ERE PHASE : MISE AU POINT D'UN TEST DE DEGRADATION THERMIQUE
DES DECHETS : CAS DES REFUS DE TRI DES DIB**

**2EME PHASE : OPTIMISATION DU CRITERE D'INCINERABILITE DES DECHETS :
PROCEID (PROCEDURE D'EVALUATION DE L'INCINERABILITE DES DECHETS)**

janvier 1997 / décembre 2000

G. ANTONINI - Université de Technologie de Compiègne

Le test PROCEID (Procédure d'Evaluation de l'Incinérabilité des Déchets) a été conçu lors d'une étude précédente (record 95104 DIB). Ce test permet de quantifier un certain nombre de critères nouveaux, au delà de la simple connaissance du PCI et du taux de matières volatiles du déchet, afin d'en évaluer l'aptitude à la combustion. Il fournit aussi des indications concernant sa manœuvrabilité à chaud (collage, bouchage) intéressant les procédures d'alimentation des fours, ainsi que de la consistance des cendres obtenues (friables, collantes) intéressant le type de four et le mode d'évacuation des mâchefers formés.

Ces critères sont respectivement le TRFC (Taux de Réduction de la Fraction Combustible), associée au DGI (Délai Global d'Inflammation) auxquels on rajoute les critères MAC (Manœuvrabilité à Chaud) et TAF (Test d'Agglutination/Friabilité). La charge polluante émise est évaluée par un critère CPL (Charge Polluante Libérée).

Ce test utilise un four tubulaire pilote fonctionnant en continu (10-30 kg/h) permettant le traitement thermique d'un déchet, ou de ses mélanges multicomposants, en lit transporté vibro-fluidisé. Celui-ci permet de fixer indépendamment la température et le temps de séjour de la charge, ainsi que d'assurer le contrôle de l'atmosphère de traitement, soit réductrice (traitement pyrolytique), soit oxydant (incinération).

La question posée à ce stade concernait l'applicabilité du test PROCEID à la prévision des performances en destruction thermique réalisées à l'échelle industrielle. En d'autres termes, comment les résultats du test peuvent-ils fournir des indications concernant l'incinérabilité de tel ou tel déchet seul ou en co-incinération sur grands fours industriels.

La présente étude a visé à apporter une réponse à cette question. Une méthodologie d'extrapolation a été élaborée et validée sur la base d'essais comparatifs réalisés sur le test et en grands fours, à échelle semi-industrielle, à savoir, un four tournant (100-200 kg/h) et un four à lit fluidisé circulant. La méthodologie mise en œuvre a été validée *in fine* par des tests aveugles prédictifs.

Un outil informatique a été élaboré. Il consiste en un modèle par bloc des processus de destruction thermique, séparant les phases d'évaporation, de dévolatilisation/combustion en phase gaz, ainsi que les phases de combustion du carbone fixe.

On a introduit une vitesse effective de combustion du carbone fixe donnée par :

$$R = k \left(\frac{O + H}{C} \right)^n \eta_0 [O_2] \frac{A_q}{V_p}$$

où O, H, C représentent les teneurs en oxygène, hydrogène, carbone du déchet.
 $[O_2]$ le teneur en oxygène phase gaz.

$\frac{A_q}{V_p}$ la surface spécifique moyenne du déchet, liée à sa granulométrie.

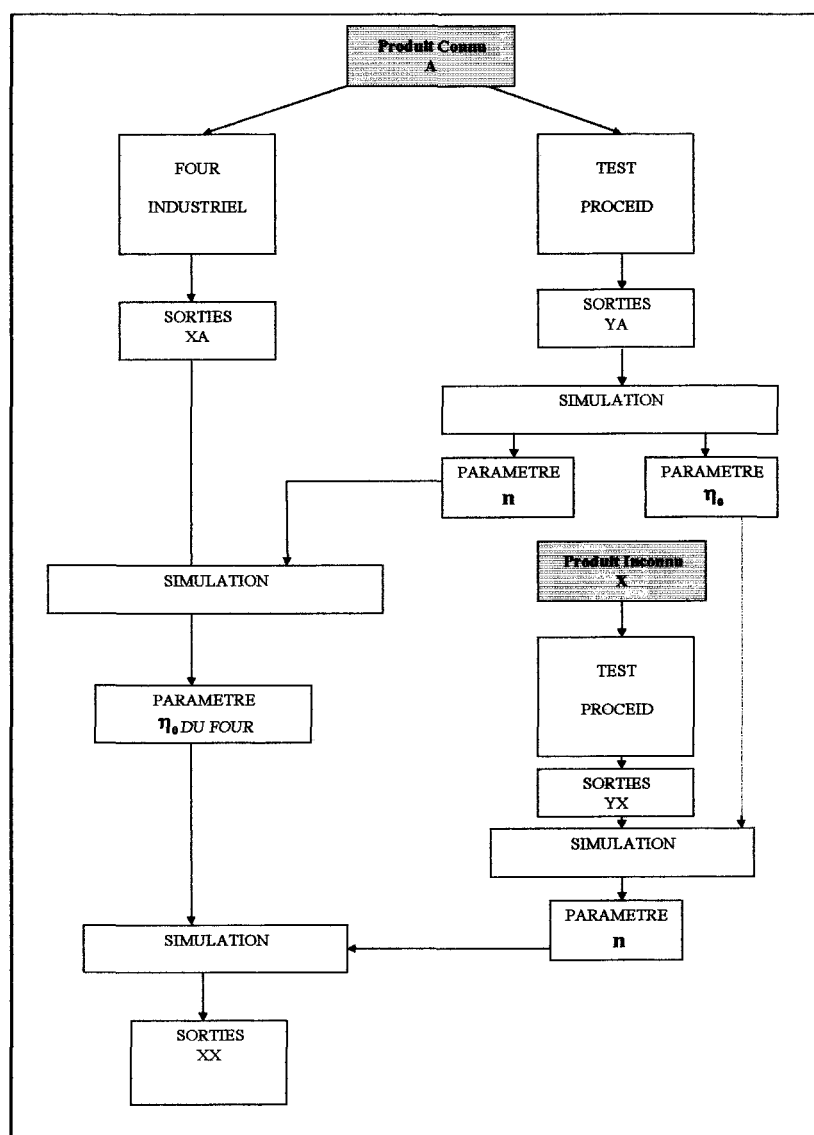
k la constante de vitesse (Arrhenius) dépendante de la température,
 avec $k = k_0 \exp(-E_a/RT)$

Dans cette relation un paramètre η_0 est pris en compte afin de définir une accessibilité de l'oxygène au déchet, et ce en fonction du four choisi. On a vérifié que η_0 était indépendant du combustible utilisé.

Le programme de calcul permet l'évaluation des TRFC et CPL associé à chaque déchet en fonction du mode de conduite du traitement thermique;

Ainsi, dans une première étape et à partir d'un déchet connu on détermine le paramètre n (dépendant du déchet), et η_0 (dépendant du four) pour le test PROCEID. On a trouvé $\eta_0 = 2$ pour le test PROCEID. Le paramètre trouvé n est alors utilisé pour traiter les résultats des essais sur grand four, permettant, sur ce déchet de référence, l'identification du paramètre η_{0x} du four industriel. Par exemple, on a trouvé $\eta_0 = 95$ pour le four tournant et $\eta_0 = 250$ en four LFC.

Dans une deuxième étape, et dans le cas d'un produit inconnu le test PROCEID permet de déterminer le n_x du déchet, qui associé au η_{0x} du four industriel permet la prévision des performances attendues pour le déchet inconnu sur ce four industriel.



Cette procédure d'extrapolation permet effectivement la prévision des performances en destruction thermique et émissions pour déchets solides seuls ou en mélange, sur grand four d'incinération, et ce à partir de tests préalablement réalisés sur l'installation PROCEID. La précision attendue est inférieure à 10 %.

A procedure for the evaluation of wastes incinerability, named PROCEID has been set during a previous study (contract RECORD n° 95 104 DIB). This procedure allows the quantification of various new criteria, extending the mere knowledge of the LCV (Low Calorific Value) and total volatile matter content of waste, in order to evaluate its potential for combustion.

This test also gives index for the handling of waste under high temperature, potentially creating plugs in the feed devices of incinerators, together with indications concerning the ashes consistency (friability, stickiness) in relation with bottom ashes extraction devices.

The relevant criteria are the TRFC (carbon reduction index), the DHI (flammability delay index), together with the MAC for the feeding capacity of the product and the TAF index for ashes consistency. The CPL index is devoted to the gaseous pollutant emission evaluation.

This test PROCEID allows the thermal treatment of a given waste or mixtures of wastes, in a tubular kiln at a pilot scale (10-30 kg/h), based on a vibro-fluidisation conveying of solids. This device permits the independent variations of both treatment temperature and residence time together with a control of the atmosphere either pyrolytic or oxidizing;

The question posed at this stage concerned the applicability of this procedure to large scale incinerators, for thermal destruction evaluation of given wastes.

The present study is based upon a scaling-up procedure permitting the utilization of the test PROCEID results for the evaluation of the corresponding performances at an industrial scale.

This methodology has been elaborated by comparative studies between the test PROCEID results, together with the corresponding results obtained on a semi-industrial rotary kiln (100-200 kg/h and a CFBC (circulating fluidised bed combustor). This procedure has been validated *in fine* by blind tests.

A numerical tool, based on a bloc model for thermal destruction including vaporisation/devolatilization and combustion in gaseous phase together with fixed carbon combustion phases has been elaborated.

We have introduced an effective rate constant for fixed carbon combustion, given by

$$R = k \left(\frac{O + H}{C} \right)^n \eta_0 [O_2] \frac{A_q}{V_p}$$

where O, H, C,, are respectively the mass content in oxygen, hydrogen and carbon of the waste.

$[O_2]$ in the oxygen concentration in the gaseous comburant.

$\frac{A_q}{V_p}$ is the mean specific surface of waste, accounting for its granulometry;

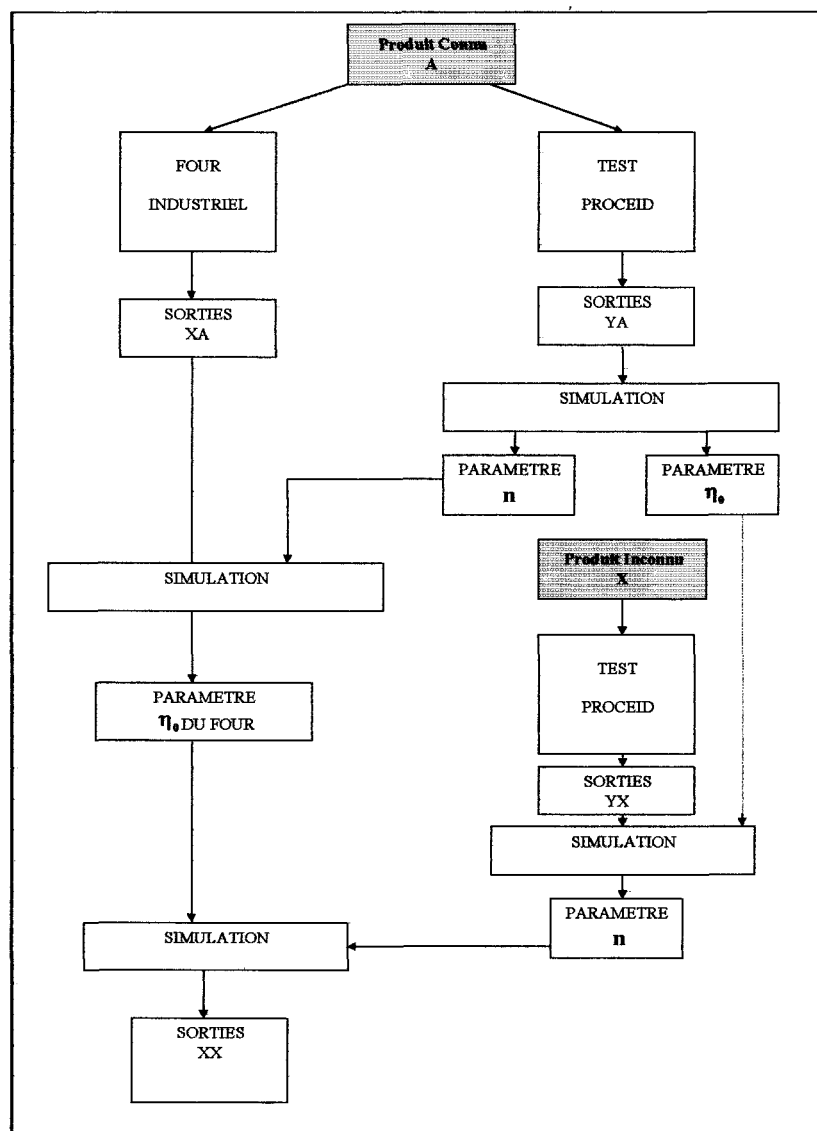
$k = k_0 \exp(-Ea/RT)$, is the rate constant, depending on temperature for a given specie.

In this equation the parameter η_0 has been introduced in order to take into account the net accessibility of oxygen to the waste only depending on the type of kiln studied. We have verify that this parameter was independent of the type of waste.

The calculation program leads to the determination of both TRFC index and CPL, for each type of waste, accounting for the atmosphere conditions.

As a first step, starting with a known waste, one can determine the parameter n (depending on waste) together with η_0 (depending on kiln) for the test PROCEED. We found $\eta_0 = 2$ for the test. The parameter n , is then utilised to treat the results obtained in an industrial kiln, permitting, for this waste, taken as reference, the identification of the parameter η_{0x} . For instance, we have found $\eta_0 = 95$ in our rotary kiln and $\eta_0 = 250$ in the CFBC.

In a second step, and taken into account an unknown waste the application of the PROCEED test permits the determination of n_x for the new waste, which, associated with the η_{0x} of the industrial kiln, leads to the evaluation of the incinerability of this waste in the industrial furnace.



This extrapolation procedure permits the performances prediction for waste thermal destruction together with the corresponding emission evaluation on a large scale facility, starting from pre-test conducted on the PROCEED bench. The precision obtained is around 10%.