

Les feux de bâtiment et leurs causes



La Permanence Incendie et Explosion (PIE)

700 interventions par an

12 binômes

Appui technique BSPP

Enquête de flagrance incendie
et explosion
(criminel/accidentel)



Plan

- ❑ Les causes d'incendie
- ❑ Les statistiques d'incendie en France
- ❑ De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Les principales causes de départ de feu

Naturelles :

- foudre, électricité statique
- auto-inflammation

Accidentelles :

- défaillance
- imprudence

Délibérées:

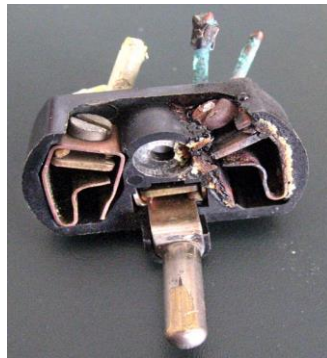
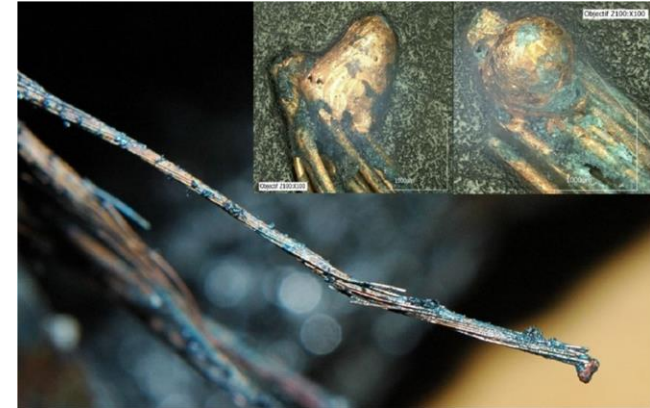
- moyen banal
- accélération

- produits pyrophoriques ou compositions organiques instables (chlorates,...)
- fermentation : chiffons gras (huiles insaturées), stockage de foin ou de céréales en silo.
- produits pulvérulents (poudres organiques ou métalliques)

Year	Investigator	Spec. size	Ignition temperature (°C)		Comments
			Piloted	Auto-ignition	
1887	Hill [2]	0.5-15 g		220–300	measured oven temperature near sample
1910	Bixel, Moore [3]	35 mm ?		200–250	measured oven temperature; scant details
1922	Banfield, Peck [4]	50×50×200 mm		302–308	measured surface temperature
1934	Brown [5]	1–5 g		220–250	measured oven temperature; tiny samples; unsound ignition criterion
1936	VanKleeck [6]	chips		235	measured specimen temperature; unsound ignition criterion
1947	NIST [7]	shavings		228–264	softwood shavings in test tube; criterion— <u>glowing or flaming</u>
1949	Graf [8]	7–13 g		232–245	measured oven temperature; tiny samples; unclear ignition criterion
1949	Angell [9]	13×19×51 mm		204	measured gas temperature close to specimen
1950	Fons [10]	2-9 mm cylinders		343	measured oven temperature; solved inverse problem
1958	Narayanamurti [11]	?	228		measured oven temperature
1959	Thomas et. al. (data of Prince, 1915) [12]	32×32×102 mm	210		measured oven temperature; solved inverse problem
1959	Akita [13]	20×20×1.8 mm	450	489	measured oven temperature; solved inverse problem
			< 350		measured oven temperature only
1960	Simms [14]	8 mm Ø		525	calculated from correlation, not measured
1960	Moran [15]	50×50×6.4 mm		255	at flux = 25 kW m ⁻² ; measured surface temperature
1961	Patten [16]	3 g shavings	260	260	measured oven temperature (Setchkin test)
1961	Buschman [17]	57×57×8 mm	369		calculated from correlation; fluxes 14.3 to 37.2 kW m ⁻²
1964	Shoub, Bender	920×920		254	measured surface temperature

Focus sur la « défaillance »

- le court-circuit
- la surcharge
- l'échauffement excessif d'une connexion mal serrée
- la défaillance d'un équipement



mauvais contact (vis de connexion PC)

Focus sur le « moyen banal »

- Difficultés à caractériser l'agression thermique

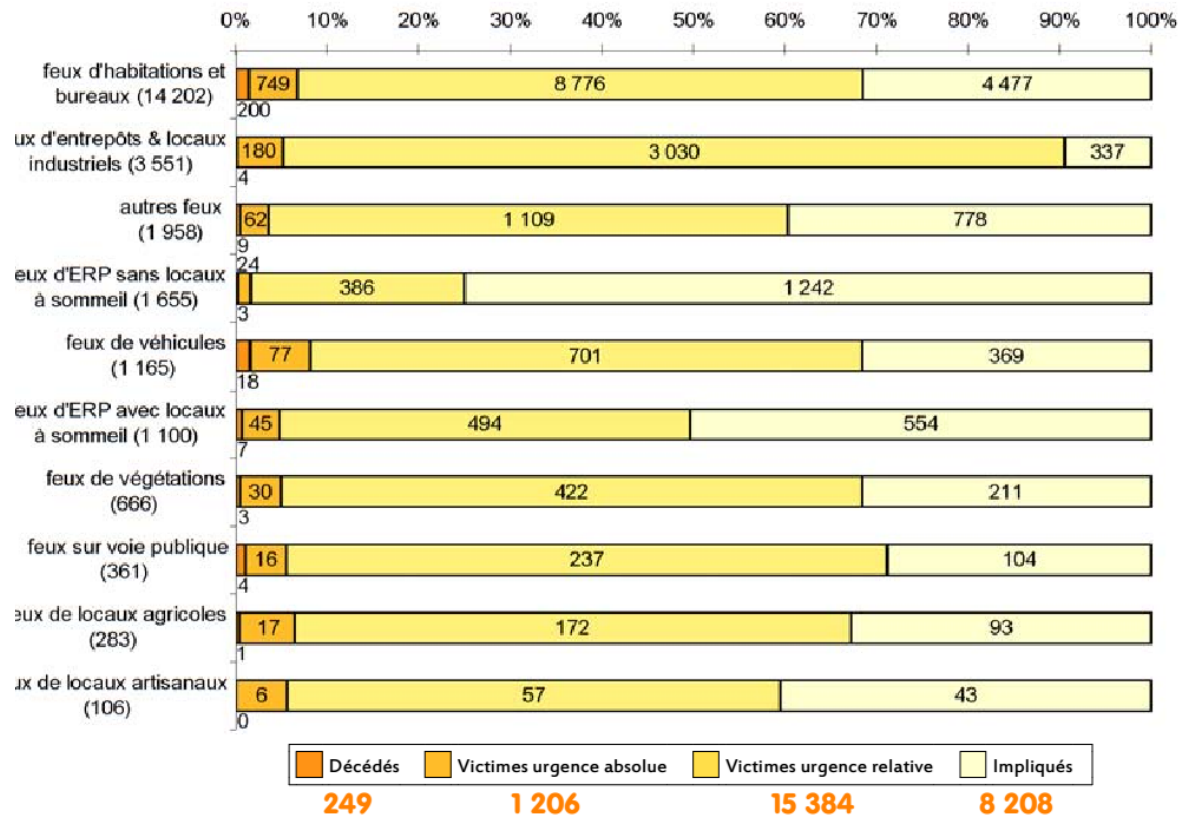
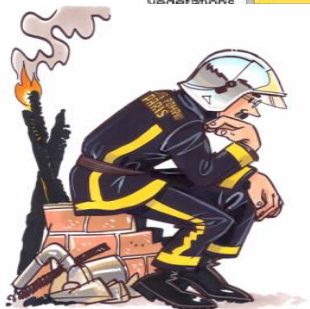
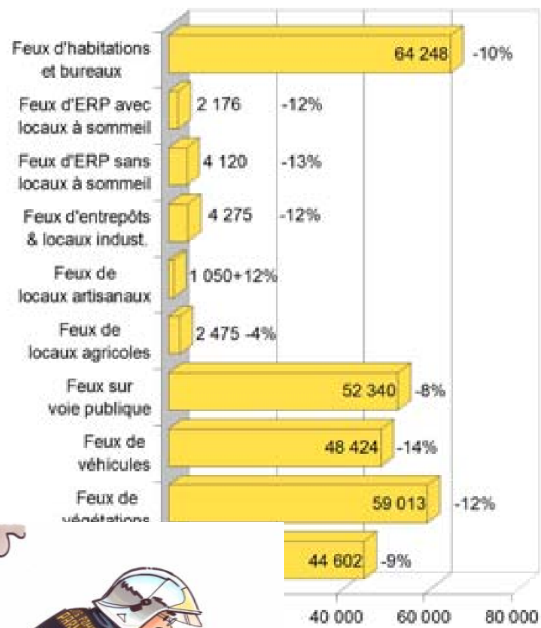


Plan

- ❑ Les causes d'incendie
- ❑ Les statistiques d'incendie en France
- ❑ De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

• Incendies : **25 047 (-10,3%)** (hors impliqués : 16 839 / +10,2%)

• Incendies : **282 765 (-10,5%)**



Mais ...

Chiffres MI

260 morts/an

Chiffres INSERM

600 morts/an

Chiffres Ministère du Logement

800 morts /an

Chiffres INSEE

Cause de mortalité non-suivie

Les chiffres introuvables de l'incendie en France

En France, aucun organisme ne collecte de données sur les origines et les causes des incendies. Il faut s'appuyer sur des données partielles pour tirer des tendances.

Cause probable de l'incendie	2016	2017	2018	Total	%
	Nombre de bâtiments endommagés				
Erreur humaine (incluant mauvaise utilisation d'un équipement, du matériau enflammé, d'une source d'inflammation)	2846	2819	2873	8 538	44,2 %
Défaillance ou défectuosité mécanique ou électrique	1 641	1 674	1 803	5 118	26,5 %
Cause indéterminée	761	718	869	2 348	12,1 %
Dossier transmis pour enquête (suspect, volontaire)	590	621	557	1 768	9,2 %
Défaut de conception, de construction ou d'installation	281	287	259	827	4,3 %
Autre	251	207	270	728	3,8 %
Total	6 370	6 326	6 631	19 327	100,0 %

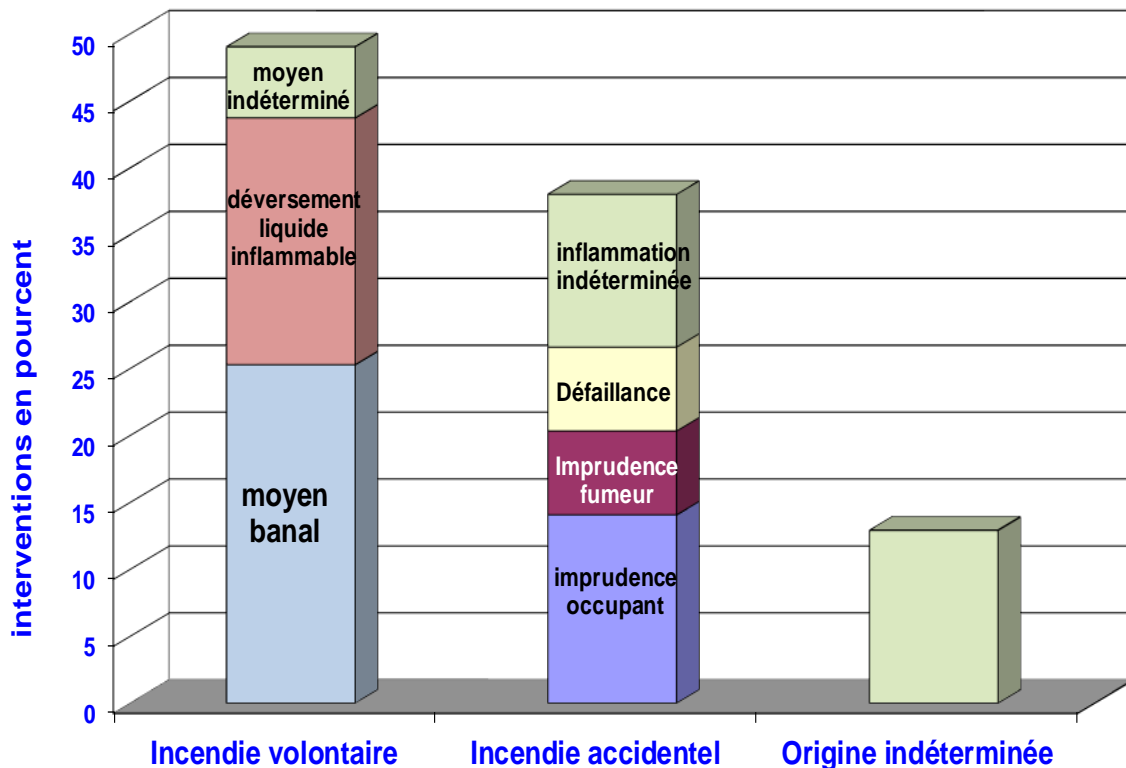
Source : Ministère de la Sécurité publique. Données des SSI

Source de chaleur	2016	2017	2018	Total	%
	Nombre de bâtiments endommagés				
Appareil de cuisson	1 266	1 311	1 248	3 825	19,8 %
Article de fumeur ou objet à flamme nue	1 209	1 160	1 190	3 559	18,4 %
Source de chaleur indéterminée	1003	945	1083	3 031	15,7 %
Équipement de distribution d'électricité	951	910	1 051	2 912	15,1 %
Appareil ou équipement électrique	720	737	741	2 198	11,4 %
Appareil de chauffage	658	694	720	2 072	10,7 %
Autre source de chaleur	483	481	503	1 467	7,6 %
Véhicule	80	88	95	263	1,4 %
Total	6 370	6 326	6 631	19 327	100,0 %

Source : Ministère de la Sécurité publique. Données des SSI

Répartition sensiblement identique concernant les statistiques russes, suisses, états-uniennes, ...

Incendies de bâtiments



Type d'activité ou de bâtiment	Pourcentage d'incendies volontaires
Manèges	93 %
Parkings souterrains	88 %
Boîtes de nits, discothèques, bars de nuit, etc.	86 %
Sandwicheries, kebab	84 %
Gymnases, salles de fêtes	78 %
Bars-tabac	75 %
Bâtiments administratifs (mairies, écoles, tribunaux, ...)	65 %
Restaurants classiques	64 %
Bâtiments agricoles	63 %
Petits commerces de bouche (boulangeries, boucheries, charcuteries, épiceries)	57 %
Entrepôts de stockage	56 %
Garages et concessions	56 %
Menuiseries, scieries	52 %
Magasins de centres commerciaux	46 %
Casses automobiles	45 %
Bureaux tertiaires	36 %
Locaux professions libérales	35 %
Grandes surfaces	34 %
Hôtels	22 %

Tableau 5 : taux d'incendies volontaires et mobiles d'après (Baudement, 2015)

Plan

- ❑ Les causes d'incendie
- ❑ Les statistiques d'incendie en France
- ❑ De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Démonstration expérimentale

- Démonstration de la preuve très délicate
- Notions de répétabilité/reproductibilité
- Conditions initiales
- Conditions aux limites

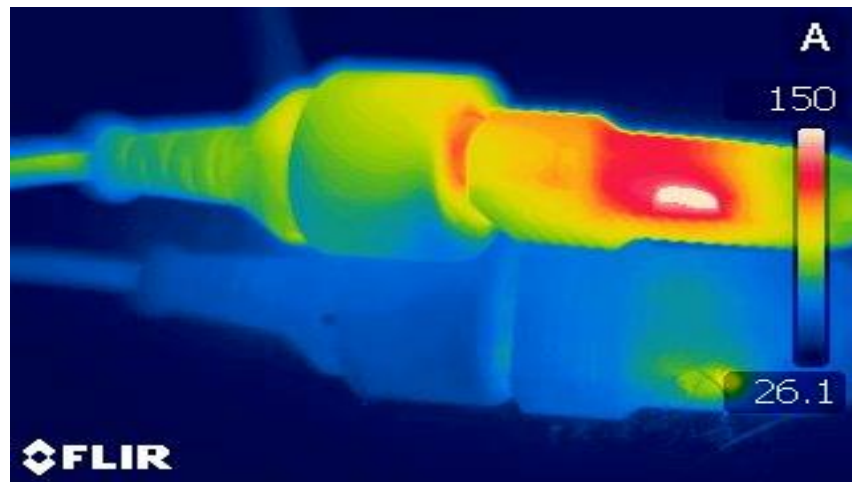


De l'énergie d'activation au premier élément enflammé



Image thermographique
correspondante

Vue directe d'un assemblage
inadapté 30 min après mise sous
tension sous une puissance de 3
kW (13A)



De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Modélisation à l'échelle de l'inflammation à flux « raisonnables »

3 problématiques (parmi tant d'autres !) :

- Le choix des paramètres cinétiques (triplet (A, E, f))
- Absence de convergence en masse sur les données d'entrée
- Montée en échelle

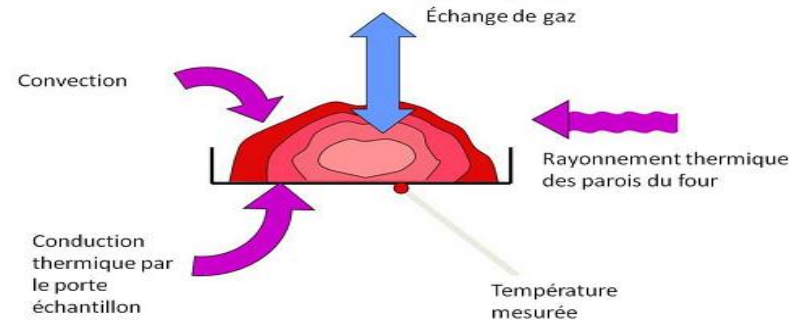


FIGURE 1.17 – Sollicitation thermique de l'échantillon à l'ATG

De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Paramètres cinétiques :
choix de la fonction cinétique

modèle	E (en kJ mol ⁻¹)	log(A)	r
P4	126	26.3	0.9949
P3	126.1	26.6	0.9950
P2	126.4	26.9	0.9952
P2/3	127.7	27.6	0.9960
D1	128.2	27.7	0.9963
O1	129.5	29.2	0.9965
A4	127.4	27.3	0.9956
A3	127.6	27.6	0.9958
A2	128.1	28.1	0.9960
D3	130.3	27.4	0.9968
R3	128.4	27.4	0.9962
R2	128.1	27.5	0.9961

TABLE 1.2 – Paramètres cinétiques en fonction de la loi cinétique choisie, et coefficient de corrélation, r , associé - Application sur la décomposition isotherme de l'ADN - issu de VYAZOVKIN et WIGHT, 1998

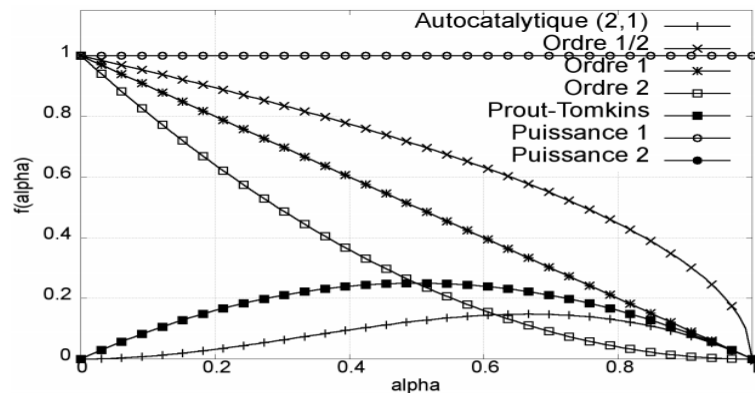


FIGURE 1.3 – Tracé de plusieurs lois cinétiques, f , en fonction de l'avancement, α

modèle	E (en kJ mol ⁻¹)	log(A)	r
P4	28.2	2.1	0.9478
P3	40	3.6	0.9539
P2	63.7	6.4	0.959
P2/3	205.8	22.7	0.9647
D1	276.9	30.7	0.9653
O1	167.8	18.8	0.9894
A4	36.4	3.2	0.9858
A3	51	5	0.9872
A2	80.2	8.5	0.9884
D3	313.7	34.4	0.9832
R3	153.2	16.4	0.9824
R2	147.5	15.9	0.9776

TABLE 1.3 – Paramètres cinétiques en fonction de la loi cinétique choisie, et coefficient de corrélation, r , associé - Application sur la décomposition de l'ADN avec une vitesse de chauffage de 5 K min⁻¹ - issu de VYAZOVKIN et WIGHT, 1997

De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Paramètres cinétiques - effets de compensation

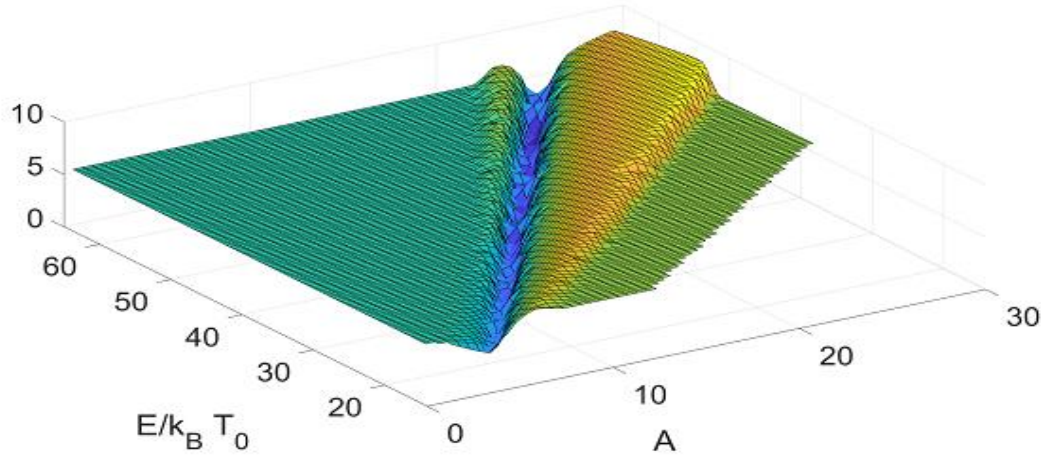


FIGURE 1.6 – Lieu des paramètres cinétiques conduisant à une erreur équivalente dans la description de la cinétique de décomposition du polypropylène - vue d'ensemble de la vallée

En posant $\tau = 1 - T_0/T$, il est possible de réécrire le modèle OE de la manière suivante :

$$\Phi_{OE} = \exp \left(-\mathcal{H} + \mathcal{S} + \mathcal{H}\tau + C_p \tau^2 \right) \quad (4.71)$$

De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

Convergence en masse, ou le paradigme du thermiquement mince

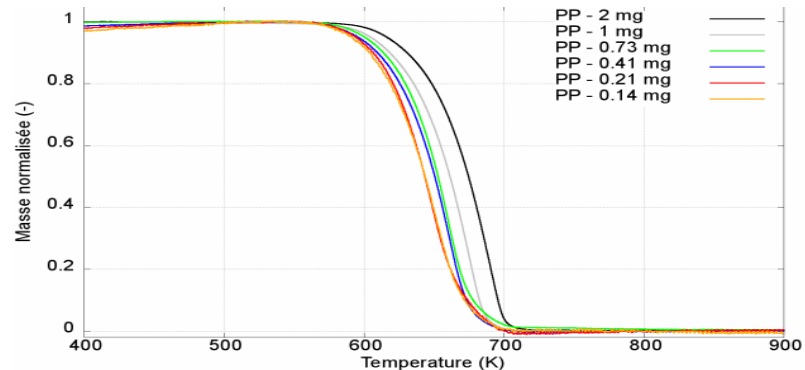
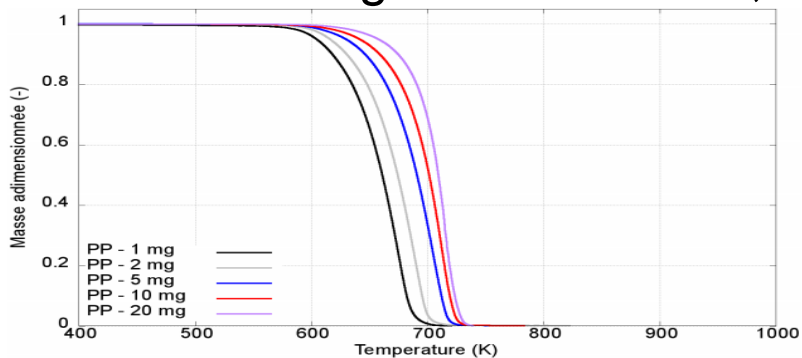


FIGURE 2.9 – Influence de la masse initiale sur polypropylène - vitesse de chauffage de 10 K min^{-1} - profil complet

FIGURE 3.2 – Essais de convergence en masse avec creusets en alumine

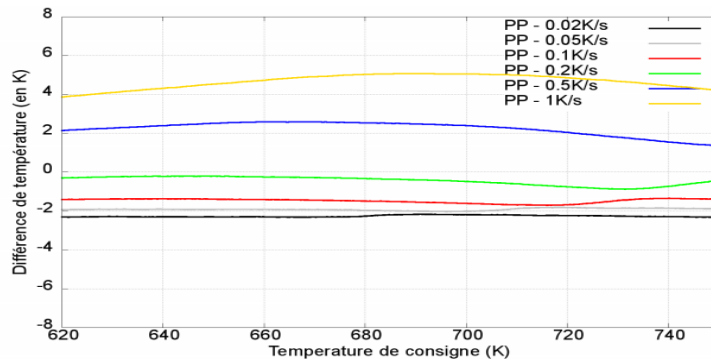
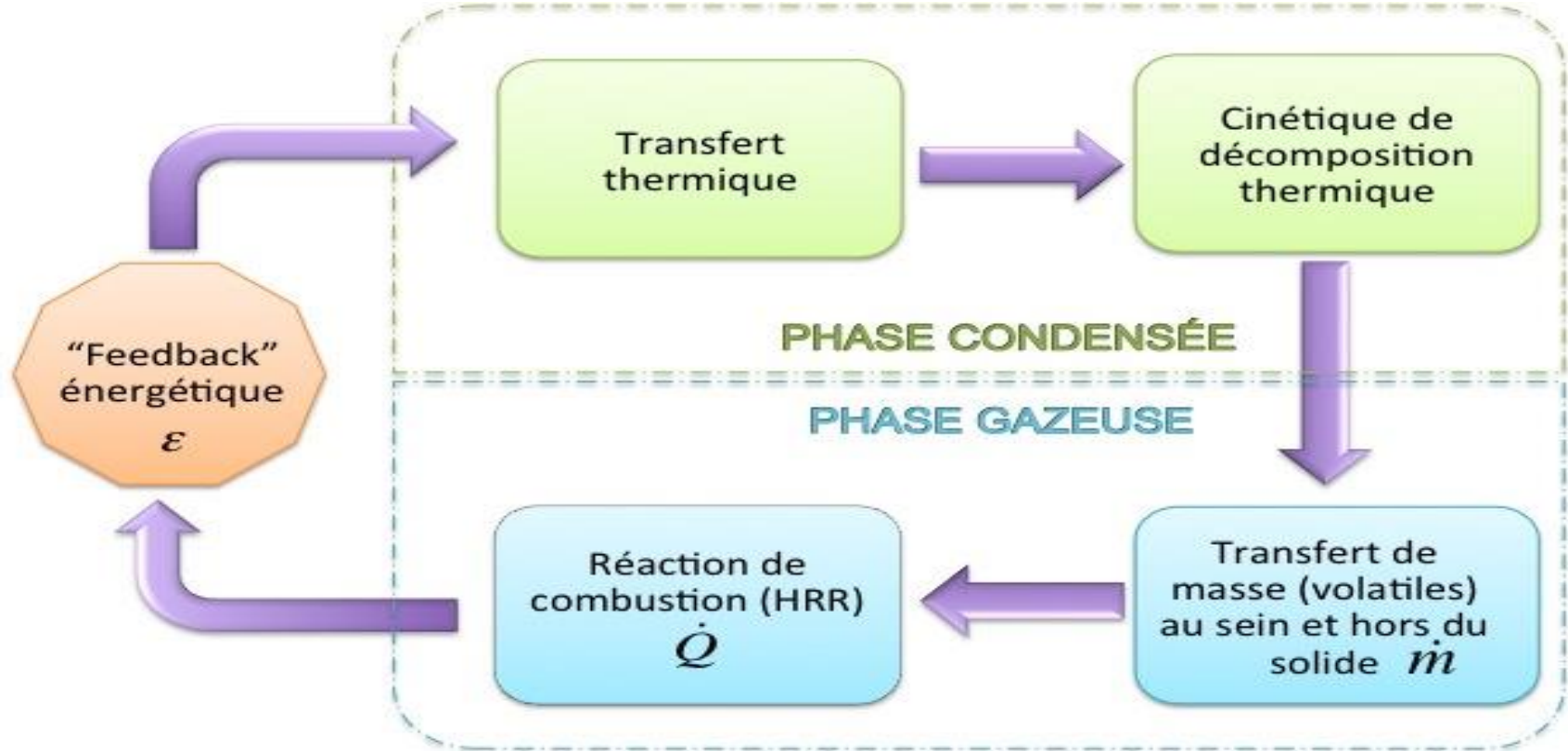


FIGURE 3.23 – Différence de température entre le porte-échantillon et la consigne, en fonction de la vitesse de chauffage, pour 10 mg de polypropylène, au niveau de la réaction de décomposition

De l'énergie d'activation au premier élément enflammé

La montée en échelle





PRÉFECTURE DE POLICE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Laboratoire central de la préfecture de Police