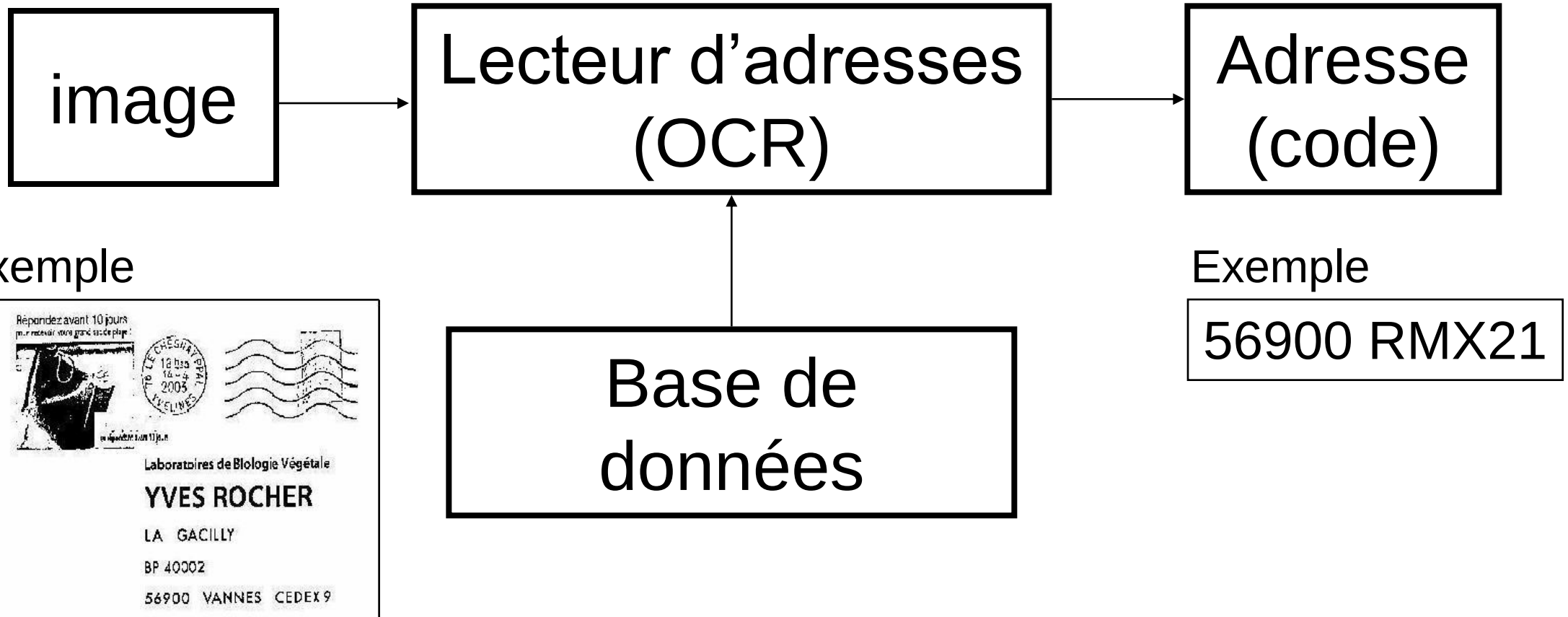

Une application postale de la théorie des fonctions de croyance

David Mercier

Compiègne, Mercredi 21 Décembre 2005

Objectif de l'application



Objectif de l'application

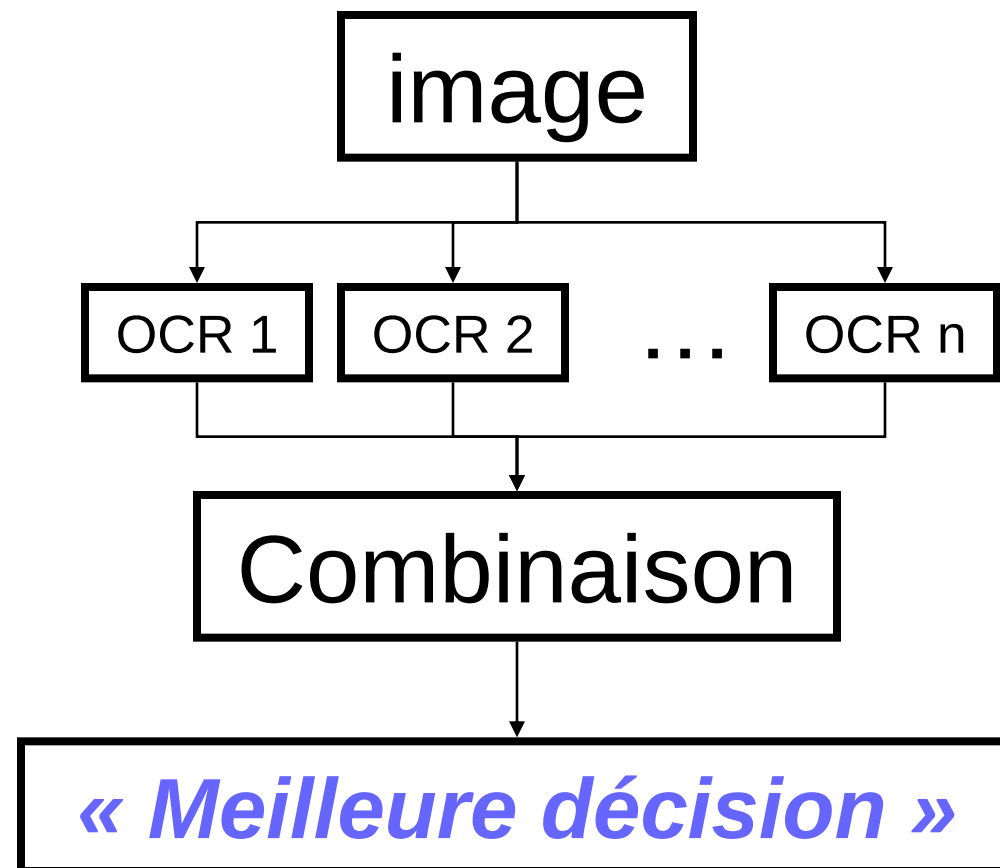
Améliorer les performances de reconnaissance d'adresse en intégrant au mieux les informations de plusieurs OCRs

Au mieux =

- Taux de confusion maîtrisé
- Taux de lecture maximal

Plusieurs OCRs =

Propriétaires ou non



Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Plan

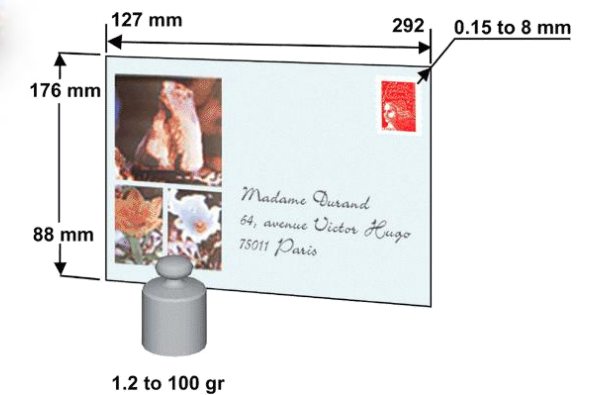
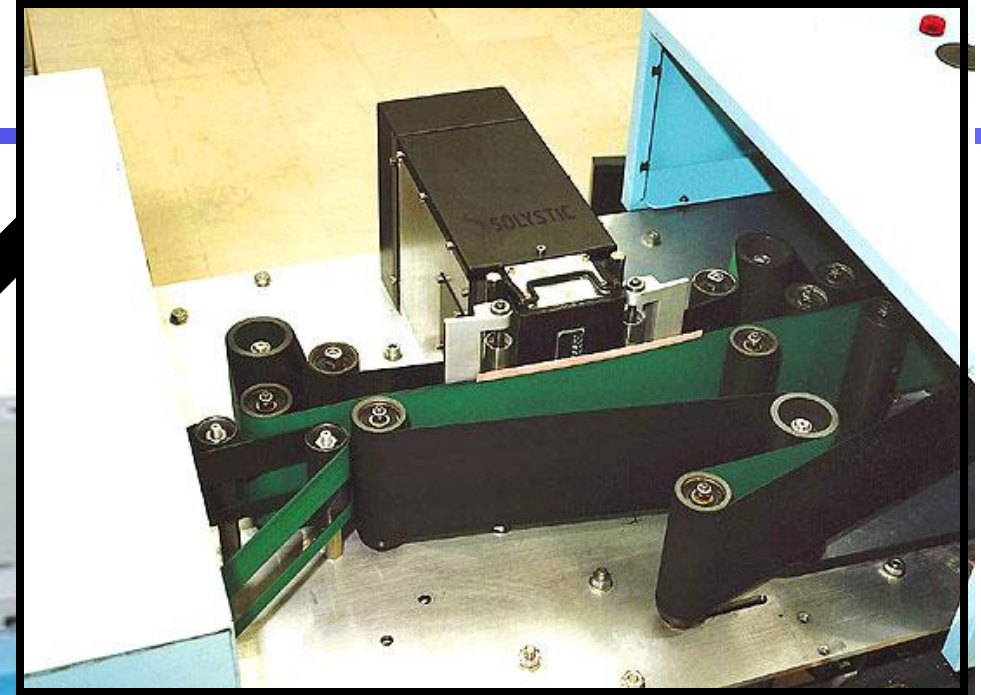
1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Introduction



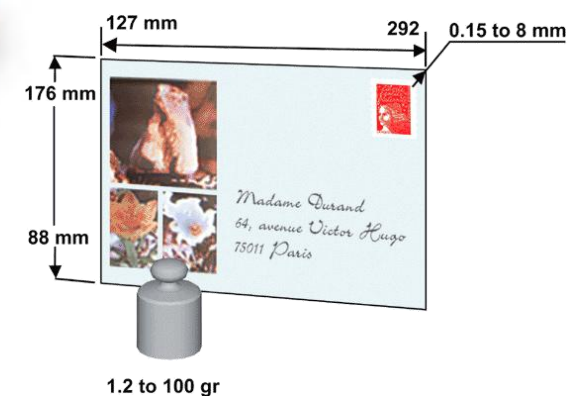
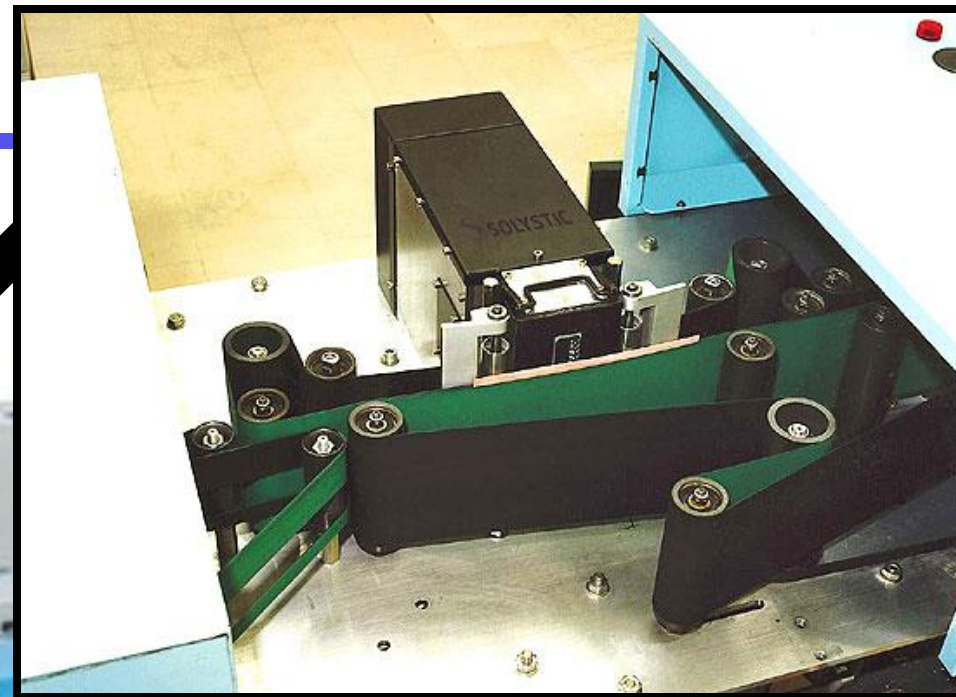
Introduction

caméra





caméra





caméra

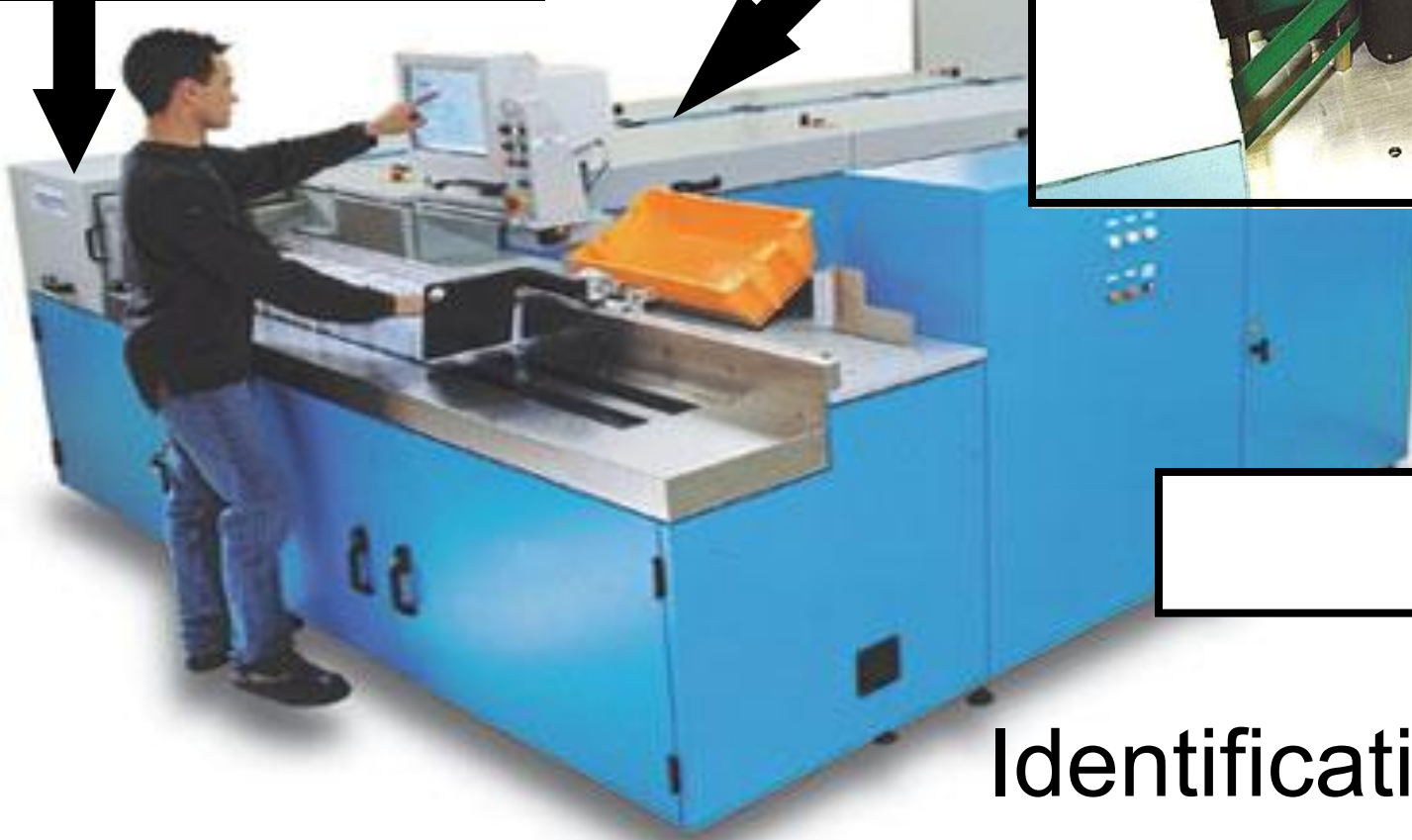
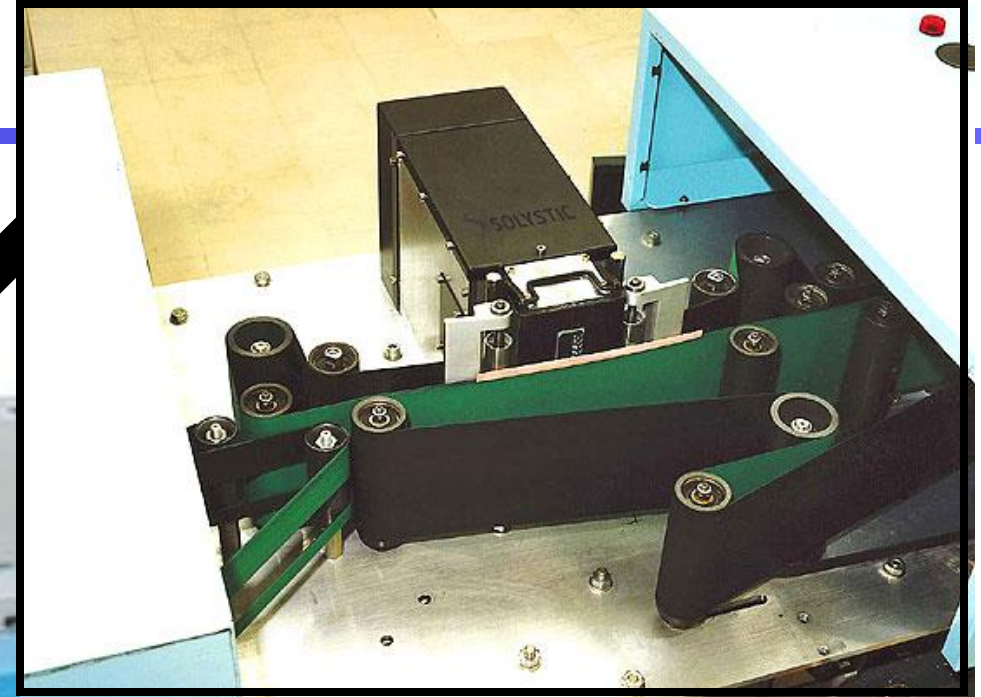


Image de la
lettre

OCR

Identification de l'adresse
postale

Introduction / Exemples d'images



MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9



Doeur Vallancien
Immun. Archimède
1 rue de l'Ecole
78000 VERSAILLES



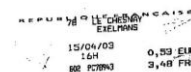
Maitre Chauvet (Avocat)
37 Boulevard Baudouin
75004 Paris



SCP. IM. FIEVET. ROCLETTE-LAFAY
3 rue d'Angerville
78000 VERSAILLES.



Xavier VALLIENNE
259 rue du Faubourg St Antoine
75011 PARIS



Yannick et Madame Olivier Chauveau
Apt 53. Bât A
Rte le Palais des Dômes
9av. Gloria
06000 NICE



AARP Murielle Deschereux
36 rue de Picpus
75012 PARIS



Alfred Klotz
1 place N. Luth King
78000 Paris



Mme B. Vallet
"Les Cheminées"
28 rue Thénard
Troyes
10.000



Mme L.
78, Avenue Charles Rogy
45000 Saint-Jean de Broye.



Mme G. Galois
Etr. Galois,
954, B. 9000 Orléans.
D. Lantier du Var
06700.



ROBERTS Grand Nord
Mme de la Roche
78015 Nanterre
adex



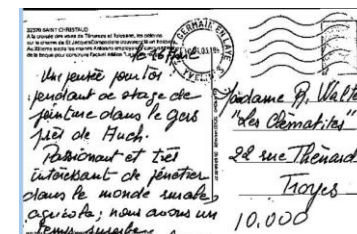
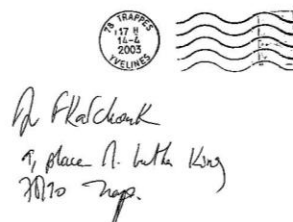
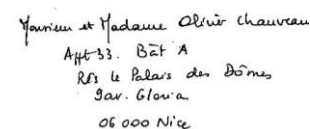
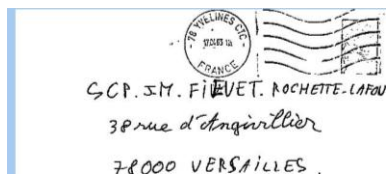
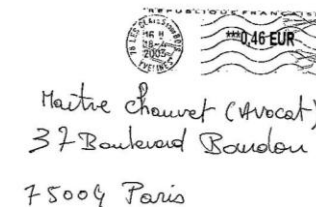
Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre



Mme V. BOISSEAU - 28, av. de Dordogne - 75010 Paris

Introduction / Exemples d'images

zoom



Introduction / Exemples d'images

zoom



Introduction / Exemples d'images



MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9



Docteur Vallancien
Immun. Archimède
1 rue de l'Ecole
78000 VERSAILLES



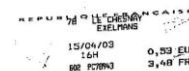
Maitre Chauvet (Avocat)
37 Boulevard Baudouin
75004 Paris



SCP. IM. FIEVET. ROCLETTE-LAFAY
3 rue d'Angerville
78000 VERSAILLES.



Xavier VALLIENNE
259 rue du Faubourg St Antoine
75011 PARIS



Yannick et Madame Olivier Chauveau
Apt 53. Bât A
Rte le Palais des Dômes
9av. Gloria
06000 NICE



AARP Mireille Deschereux
36 rue de Picpus
75012 PARIS



Dr Flotchaux
1 place N. Luth King
78120 Noisy



Mme B. Vallet
"les Chematites"
28 rue Thénard
Troyes
10.000



MNVL
78 Avenue Charles Rogy
45000 Saint-Jean de Broye.



Mme Gailois
Elice Gailois,
954, B^{te} 90 rue Orde.
D^{re} Lamout du Var
06700.



RODRIGUES BRANDS VINO
C/da de V. de V. de V.
78045 Neuville
adex



Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253

Mme V. BOISSEAU - 28, av. de Dordogne - 75010 Paris

Introduction / Exemples d'images

MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9

Docteur Vallancien
Immun. Archimède
1 rue de l'Ecole
78000 VERSAILLES

Maitre Chauvet (Avocat)
37 Boulevard Baudouin
75004 Paris

SCP. IM. FIEVET. ROCLETTE-LAFAY
3 rue d'Angerville
78000 VERSAILLES.

Xavier VALLIENNE
259 rue du Faubourg St Antoine
75011 PARIS

zoom

Yannick et Madame Olivier Chauveau
Apt 53. Bât A
Rte le Palais des Dômes
9av. Gloria
06 000 Nice

AARP Mireille Deschereux
36 rue de Picpus
75012 PARIS

Dr Flakchouk
1 place N. Luth King
78120 Noisy

Mme D. Walter
"les Chematites"
28 rue Thénard
Troyes
10.000

Mme V. BOTTSEAU - 28, av. de Drouot - 75001 Paris
75 Avenue Charles Rogy
45000 Saint-Jean de Broye.

Mme G. Galois
Etre Galois,
954, B - 90 av. Orde.
D. Laurant du Var
06700.

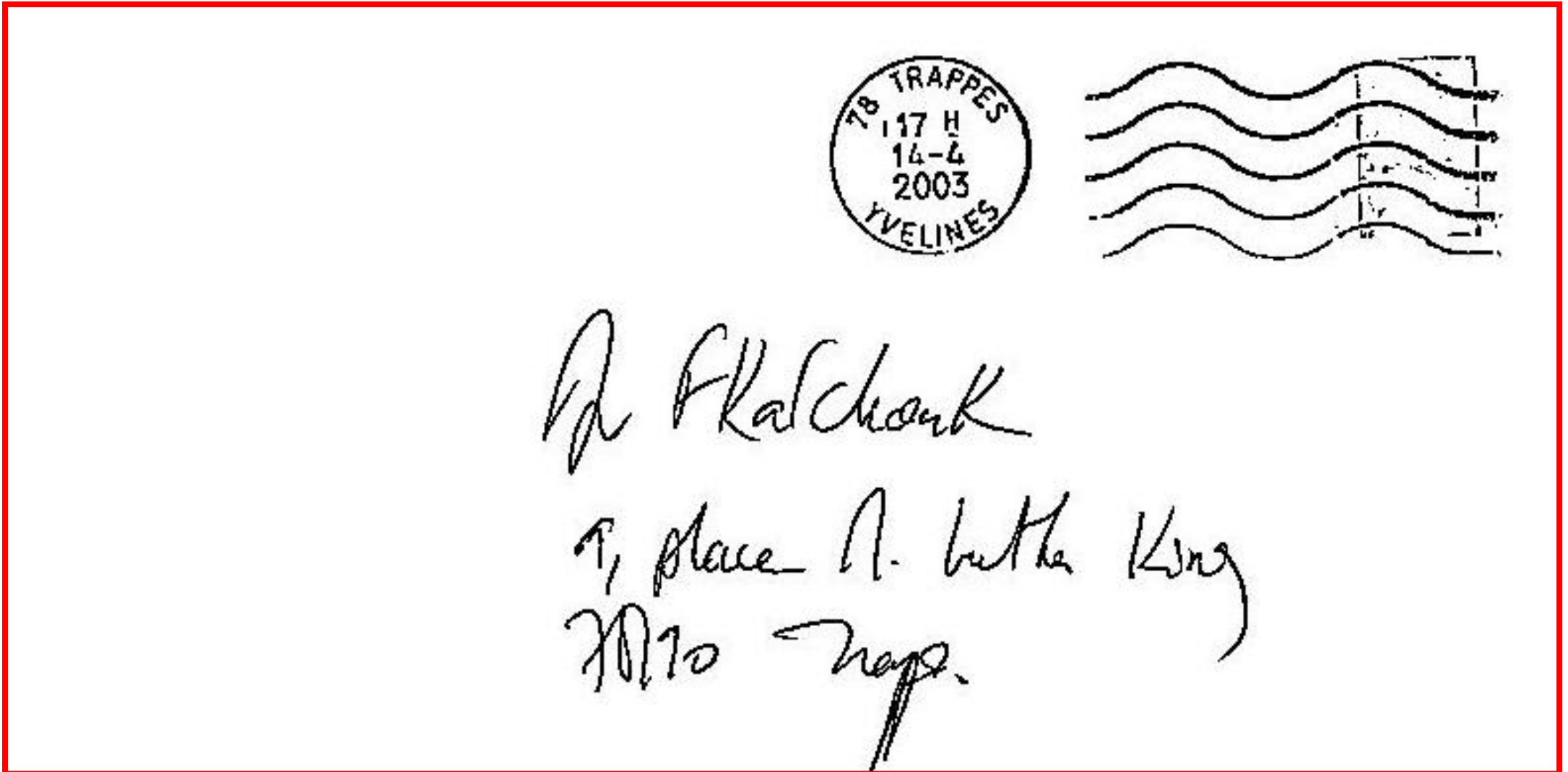
ROBERTS Brands VMD
Mme de la Roche
78015 Nanterre
adren

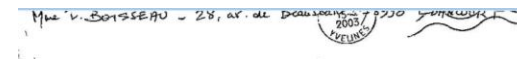
Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253
Mme Jean-Pierre 2253

Mme V. BOTTSEAU - 28, av. de Drouot - 75001 Paris

Introduction / Exemples d'images

zoom





Introduction / Exemples d'images

MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9

Doeur Vallancien
Immun. Archimède
1 rue de l'Ecole
78000 VERSAILLES

Maitre Chauvet (Avocat)
37 Boulevard Baudouin
75004 Paris

SCP. IM. FIEVET. ROCLETTE-LAFAY
3 rue d'Angoulême
78000 VERSAILLES.

Xavier VALLIENNE
259 rue du Faubourg St Antoine
75011 PARIS

Yannick et Madame Olivier Chauveau
Apt 53. Bât A
Rte le Palais des Dômes
9av. Gloria
06 000 NICE

AARP Murielle Deschereux
36 rue de Picpus
75012 PARIS

Flotchaouk
1 place N. Luth King
78120 Noisy

zoom

Madame G. Valler
"Les Cheminées"
28 rue Thénard
Troyes
10.000

Mme V. BOTTSEAU - 28, av. de Dordogne - 75010 Paris
75 Avenue Charles Rogy
45000 Saint-Jean de Broye.

Mme G. Galois
Etre Galois,
954, B - 90 av. Orde.
D. Laurant du Var
06700.

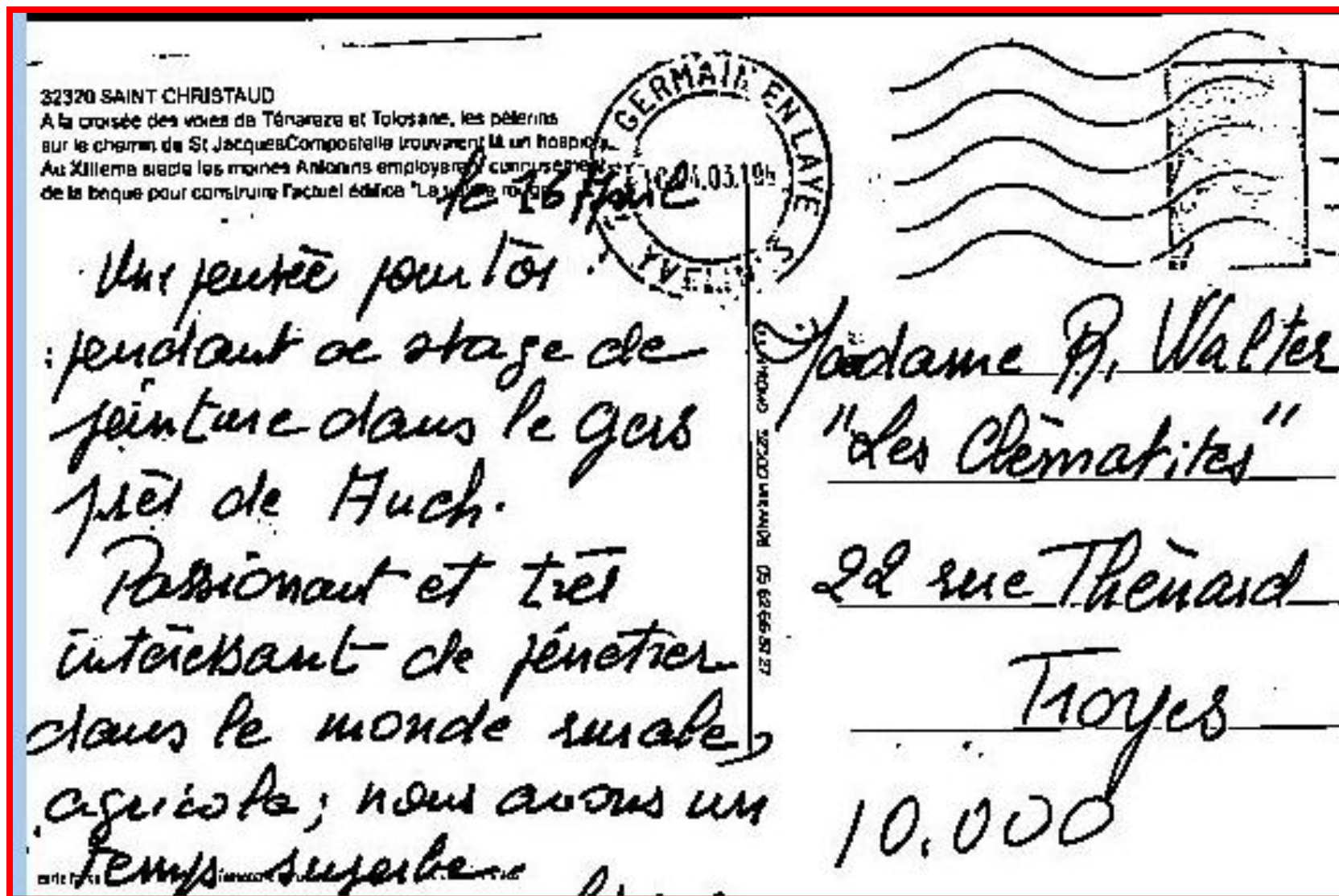
ROBERTS BRANDS VINO
Mme de la Roche
78015 Neuville
adex

Mme Jean-Pierre 2213
Mme Jean-Pierre 2213
Mme Jean-Pierre 2213
Mme Jean-Pierre 2213

Mme V. BOTTSEAU - 28, av. de Dordogne - 75010 Paris

Introduction / Exemples d'images

zoom



Introduction / Exemples d'images



MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9



Dodier Vallancien
Immun. Archimède
1 rue de l'Ecole
78000 VERSAILLES



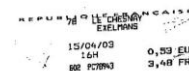
Maitre Chauvet (Avocat)
37 Boulevard Baudouin
75004 Paris



SCP. IM. FIEVET. ROCLETTE-LAFAY
3 rue d'Angerville
78000 VERSAILLES.



Xavier VALLIENNE
259 rue du Faubourg St Antoine
75011 PARIS



Yannick et Madame Olivier Chauveau
Apt 53. Bât A
Rte le Palais des Dômes
9av. Gloria
06000 NICE



AARP Mireille Deschereux
36 rue de Picpus
75012 PARIS



Alfred Klotz
1 place N. Luth King
78000 Paris



Mme B. Vallet
"Les Cheminées"
28 rue Thénard
Troyes
10.000



Mme L.
78, Avenue Charles Rogy
45000 Saint-Jean de Broye.



Mme G. Galois
Etre Galois,
954, B. 9000 Orléans.
D. Lemaire du Var
06700.



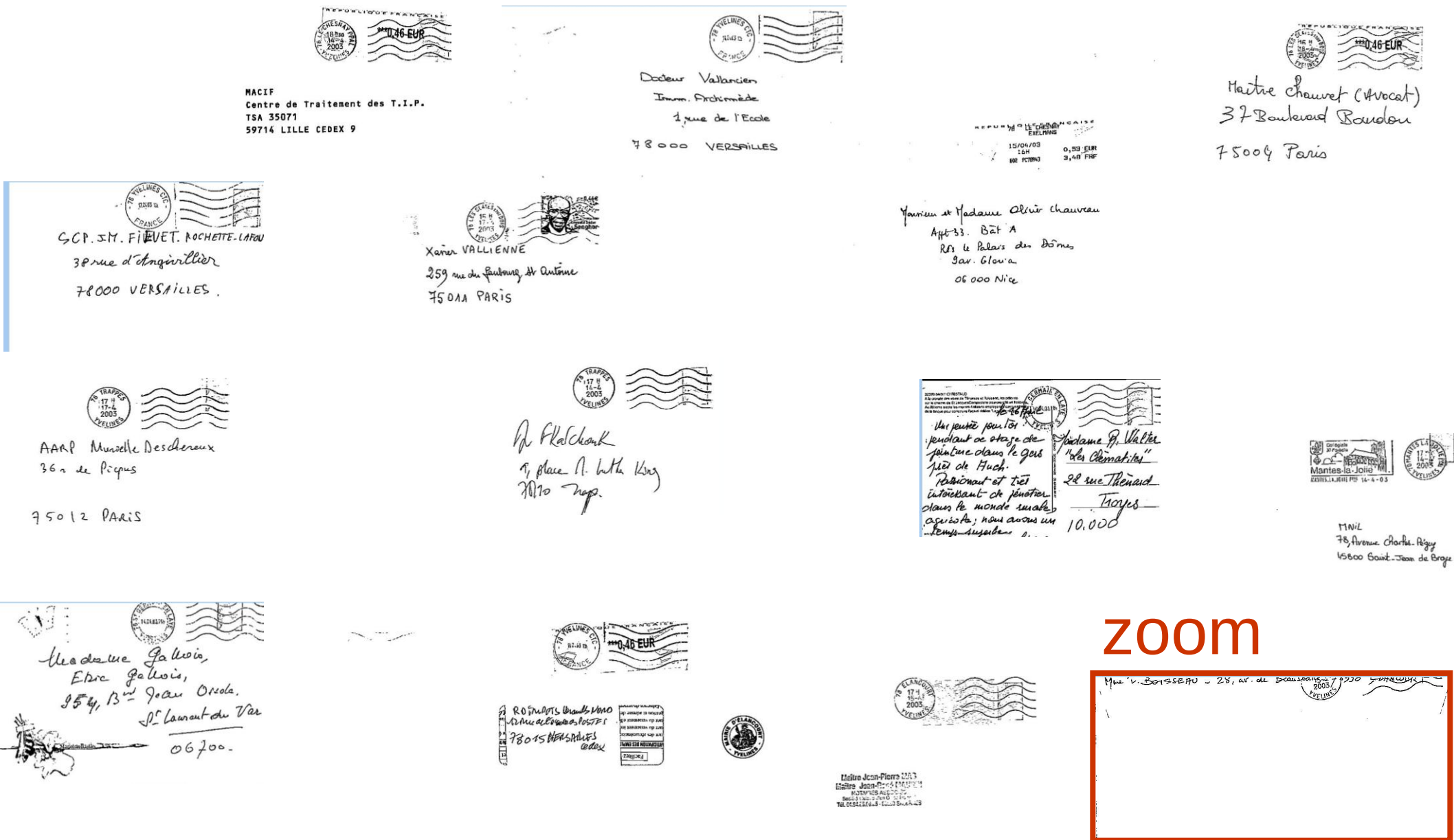
ROBERTS Brands VMD
Mme de la Roche
78045 Neuville
adex



Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre
Mme Jean-Pierre

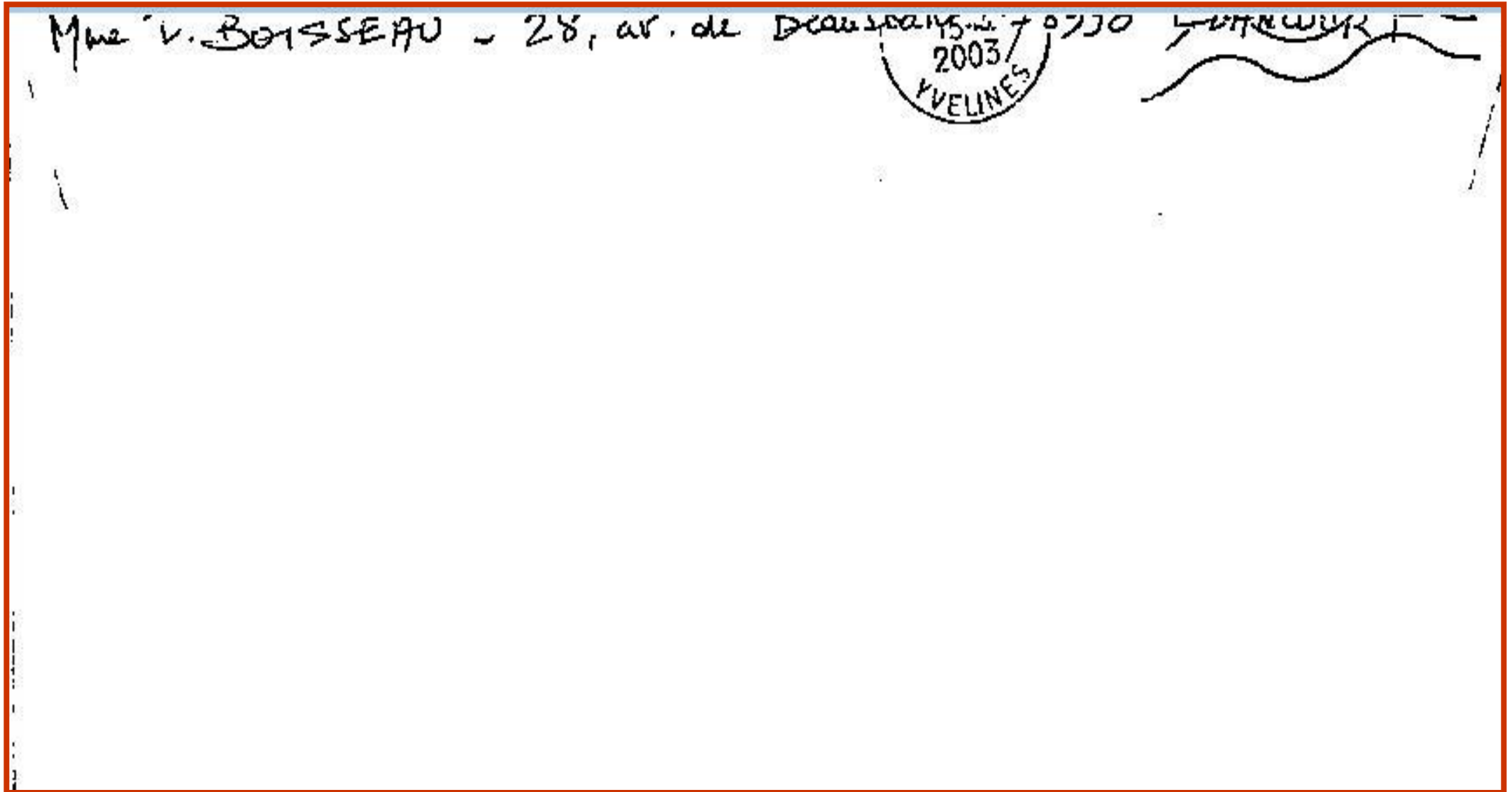


Mme V. BOISSEAU - 28, av. de Dordogne - 75000 Paris



Introduction / Exemples d'images

zoom



Introduction / Exemples d'images

EMETTEUR

HOME Distribution
06833 Nice Cedex 8

RAPPEL

CONFIRMÉ

C'est OFFICIEL !
VOUS êtes BIEN le GAGNANT
D'UN 1^{ER} PRIX.

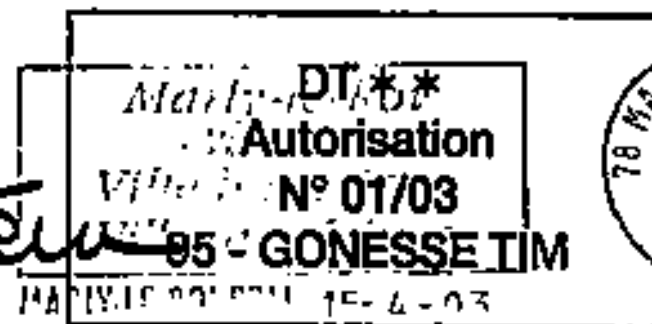
GAIN

LE MONTANT OFFICIEL
DU 1^{ER} CHEQUE EST DE :
15.500,00 Euros

DFSH 12 45777 666 TGFH

Direction des Jeux
Nationaux

*retour à
l'expéditeur*

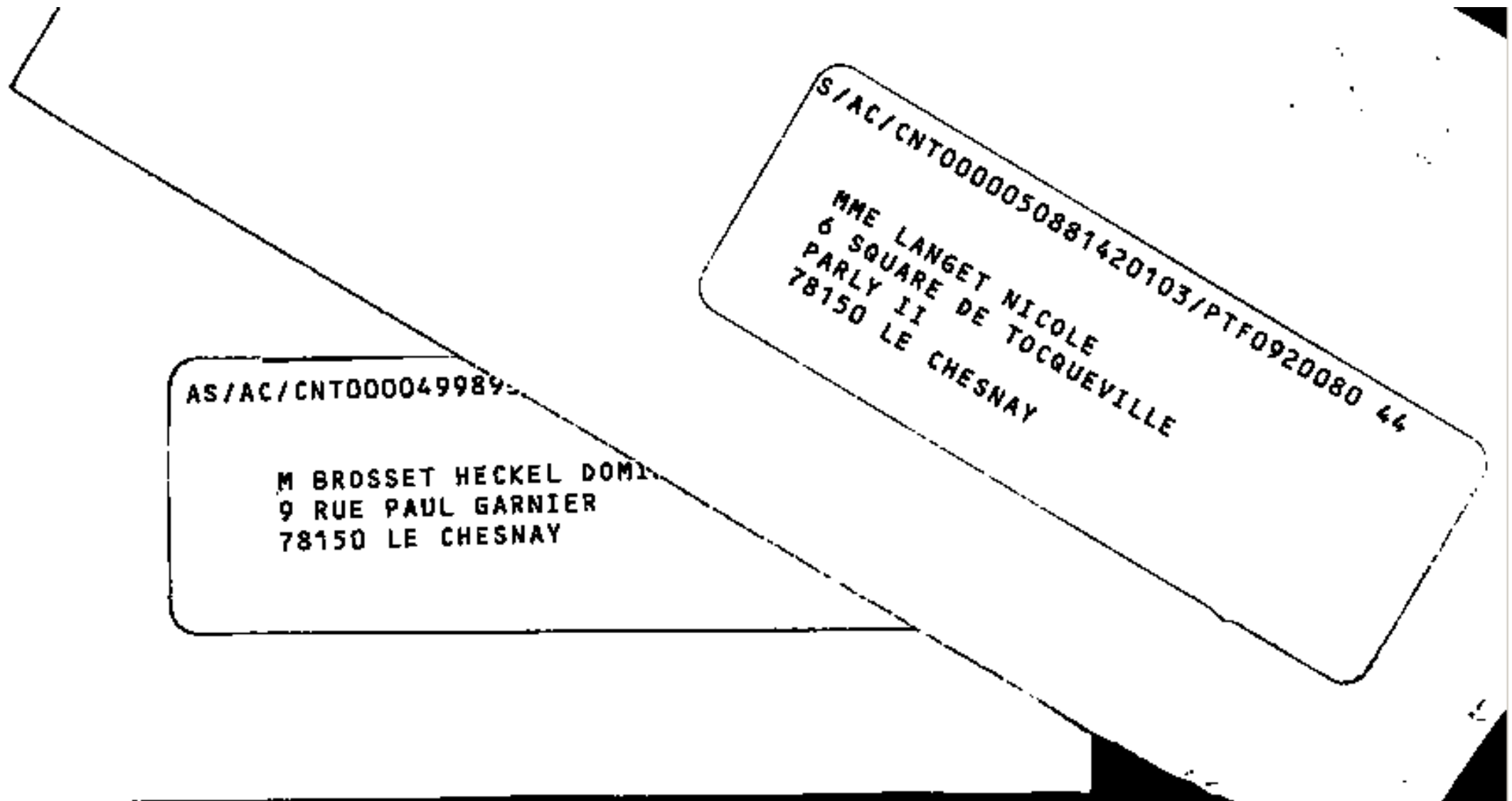


XE310215 N° Client: 07780935



MME M. MORVAN, CHEVALIER
56 AVENUE BENE COTY
75014 PARIS

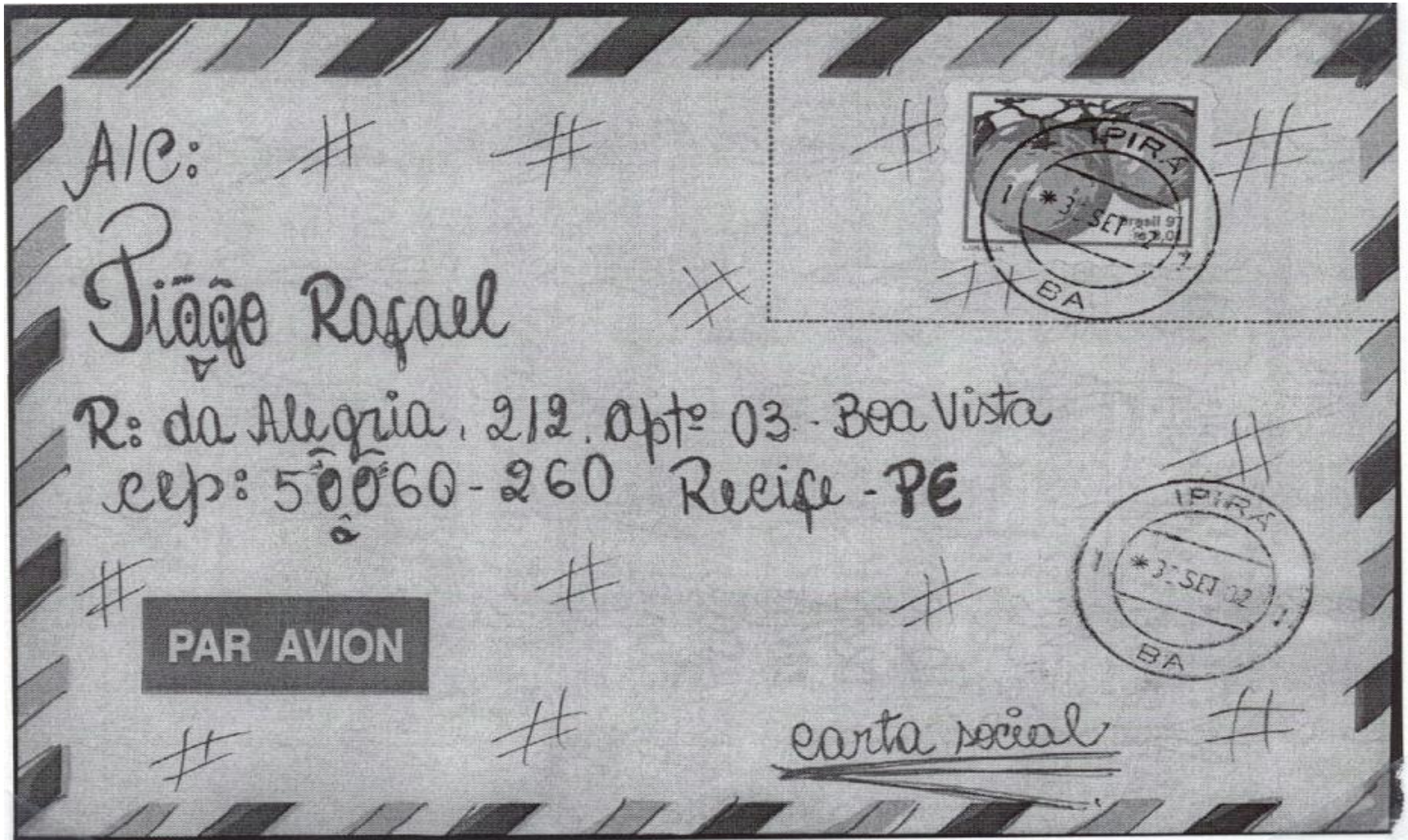
Introduction / Exemples d'images



Introduction / Exemples d'images



Introduction / Exemples d'images



Introduction

caméra

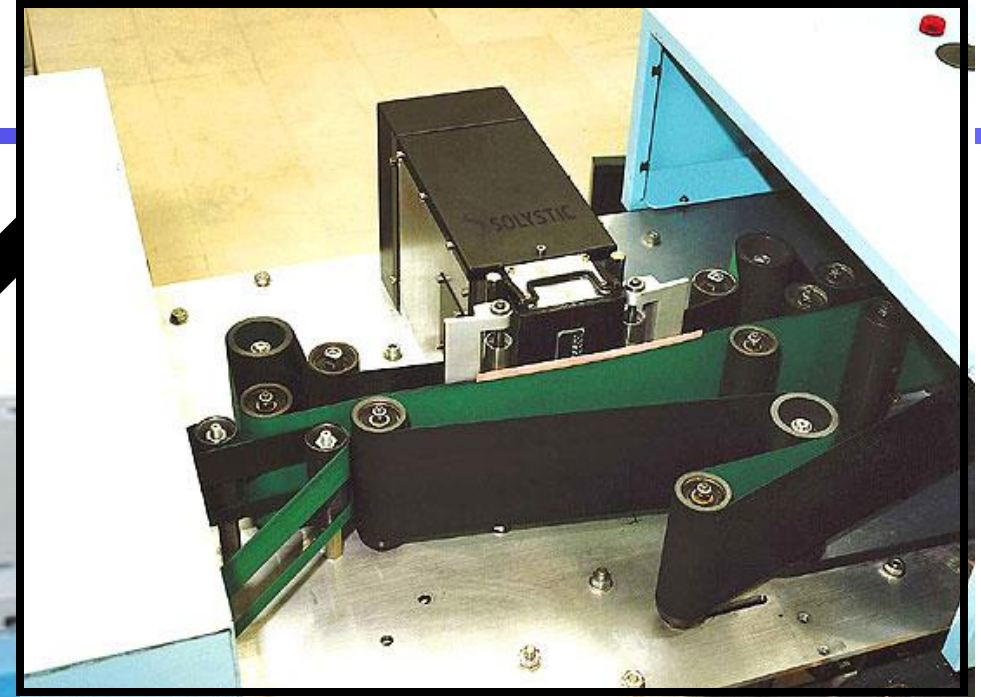
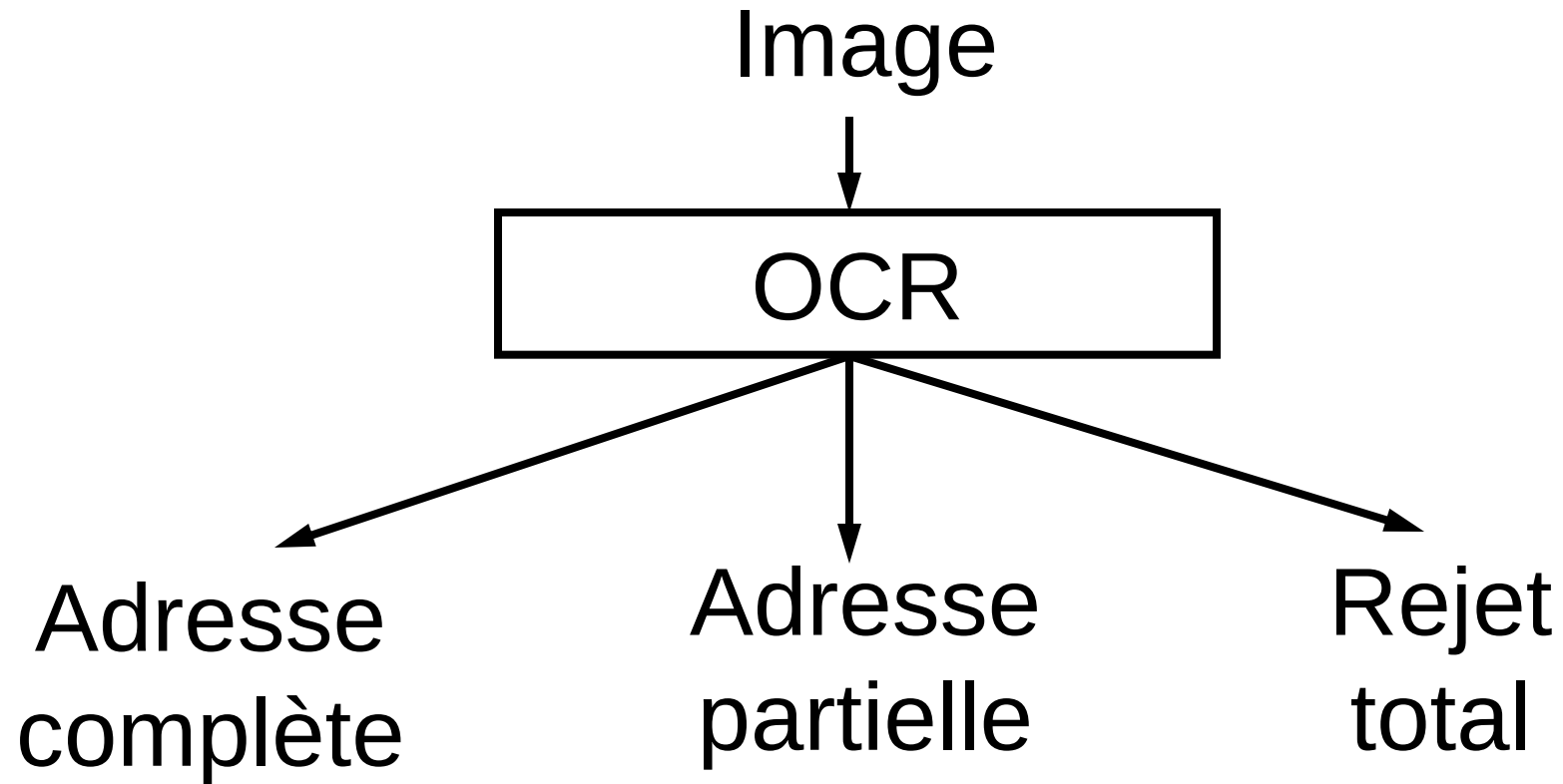


Image de
la lettre

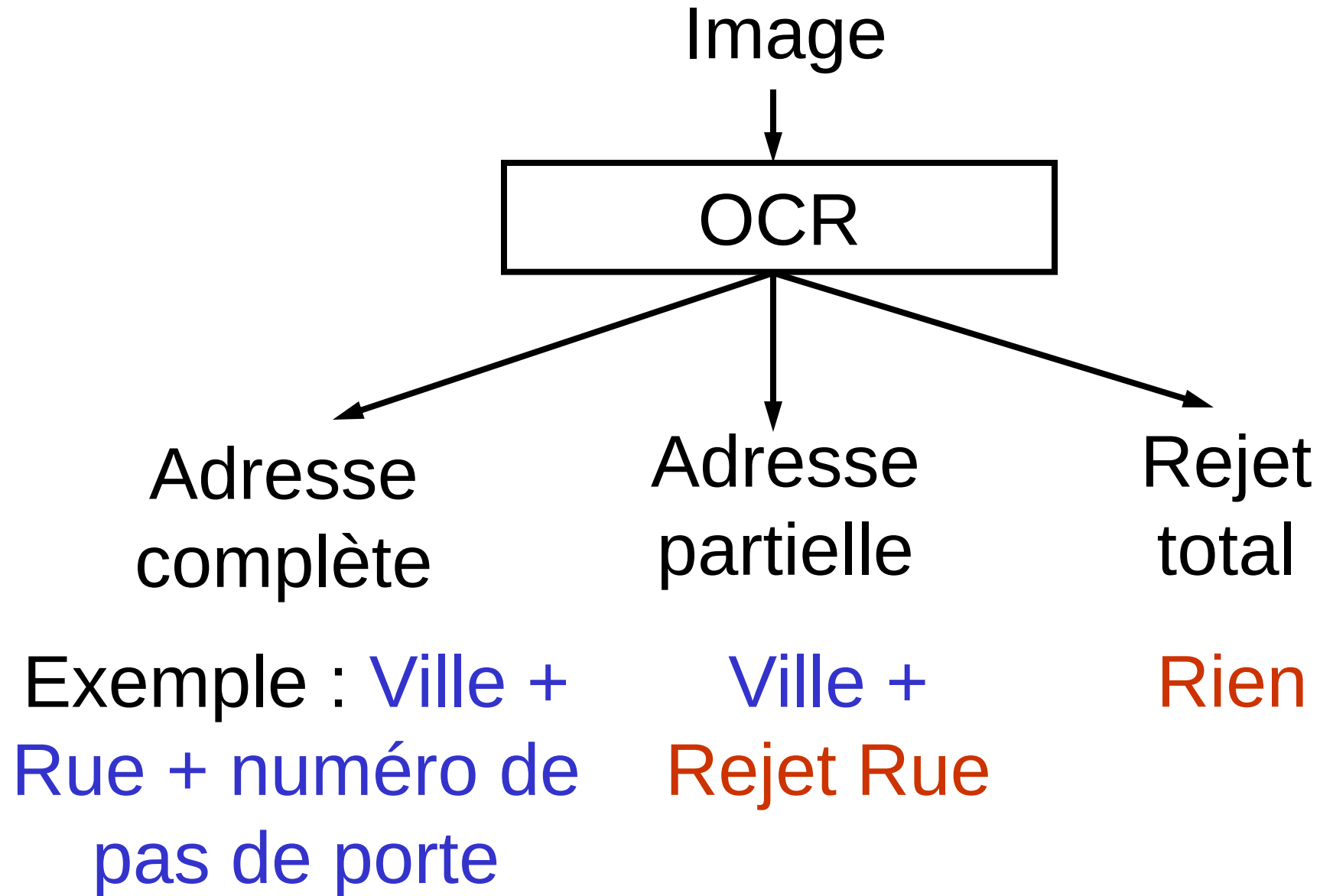
OCR



Introduction



Introduction



Introduction

vidéocodeurs

Image



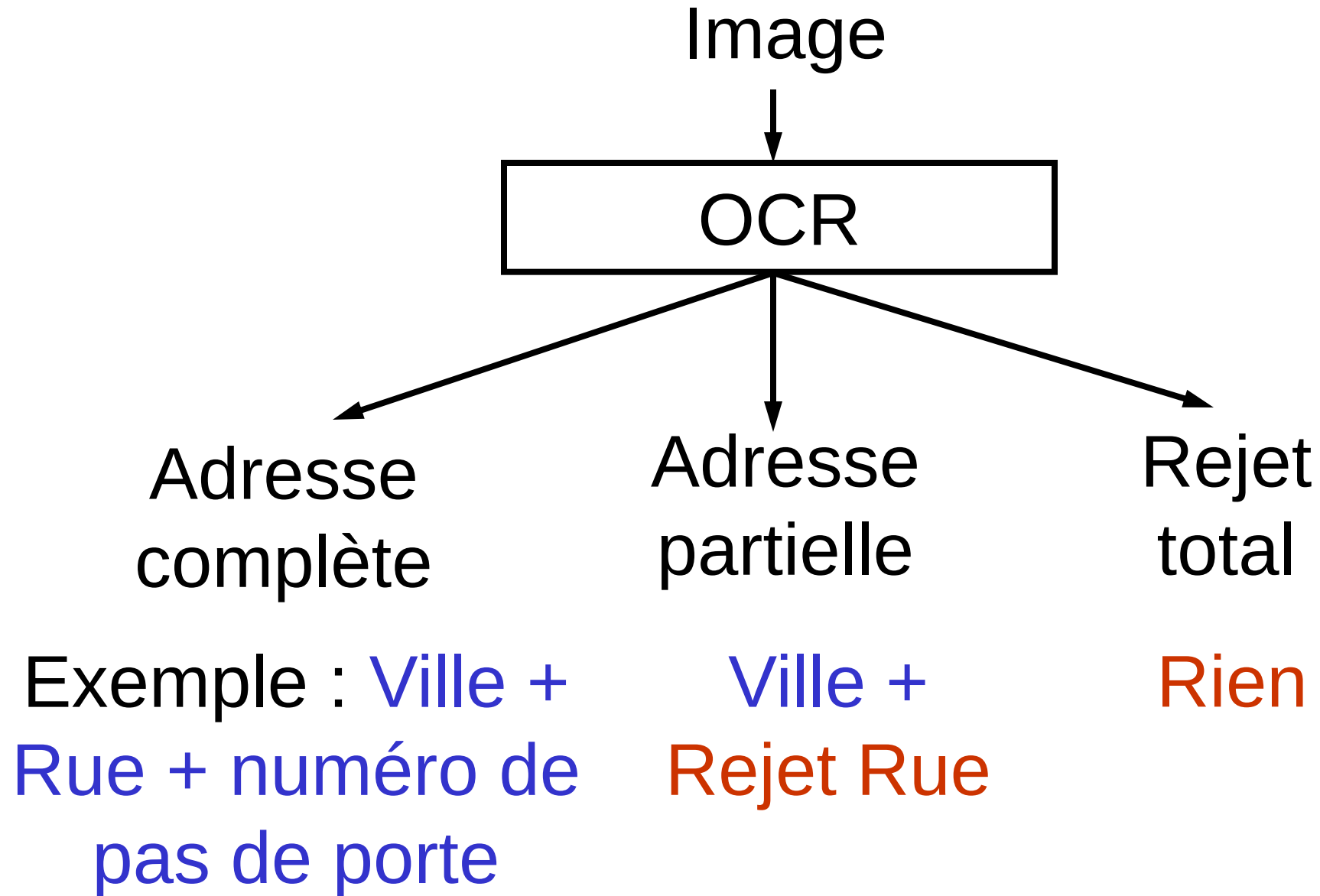
Rejet
total

Rien

Rue + numéro de
pas de porte

Rejet Rue

Introduction



Introduction / Performances d'un OCR

- Pour chaque image soumise, un OCR fournit une réponse (bonne ou mauvaise) ou un rejet total.

- Taux de lecture $= \frac{\text{Nombre de lus}}{\text{Nombre de soumis}}$

- Taux d'erreur $= \frac{\text{Nombre d'erreurs}}{\text{Nombre de soumis}}$

- Taux de rejet $= \frac{\text{Nombre de rejets}}{\text{Nombre de soumis}}$

Introduction / Performances d'un OCR

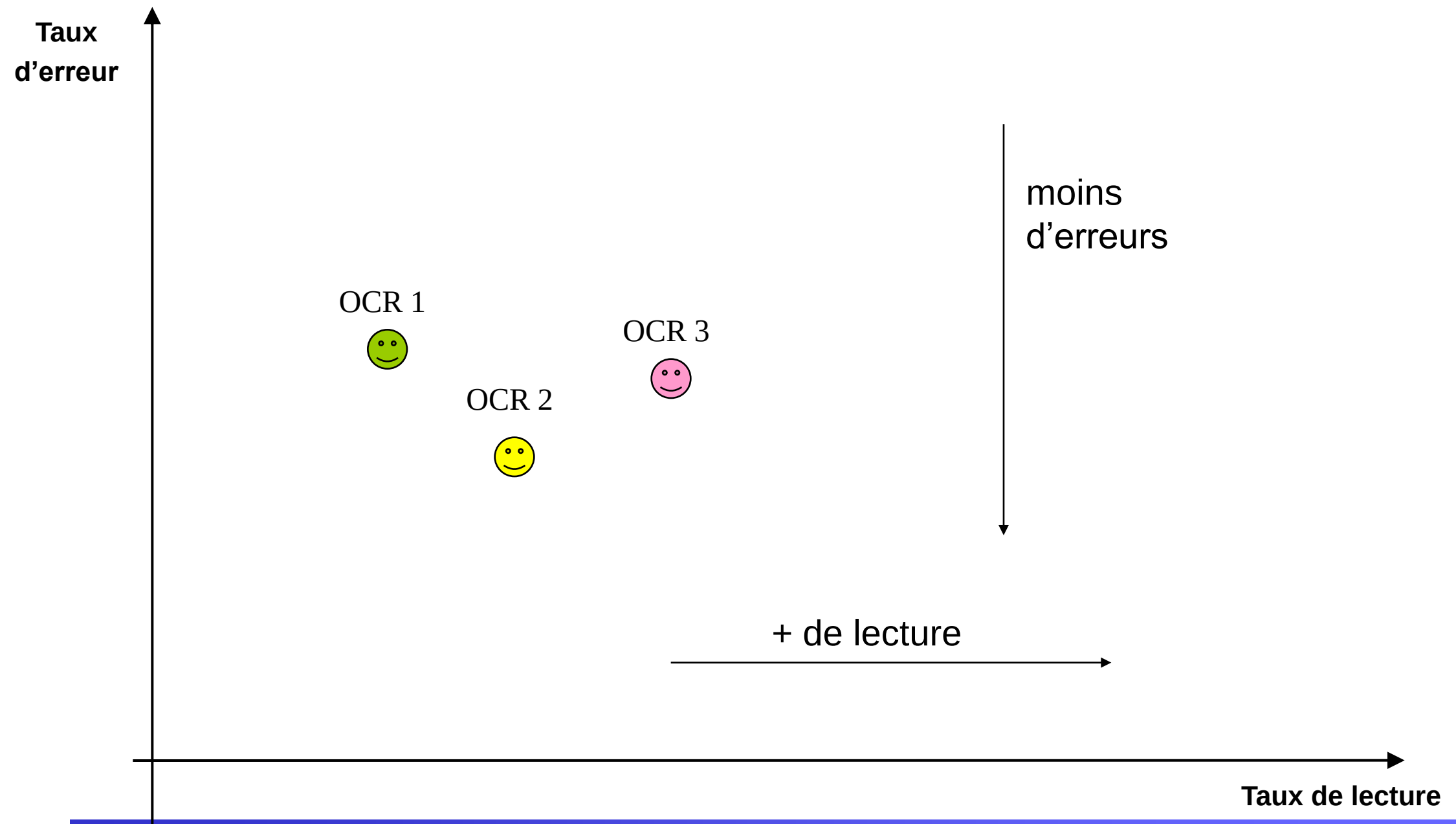
MACIF
Centre de Traitement des T.I.P.
TSA 35071
59714 LILLE CEDEX 9

	Dactylo	
	Taux de lecture	Taux d'erreur
Acheminement	$\geq 95\%$	$\leq 0.5\%$
Distribution	$\geq 80\%$	$\leq 1\%$

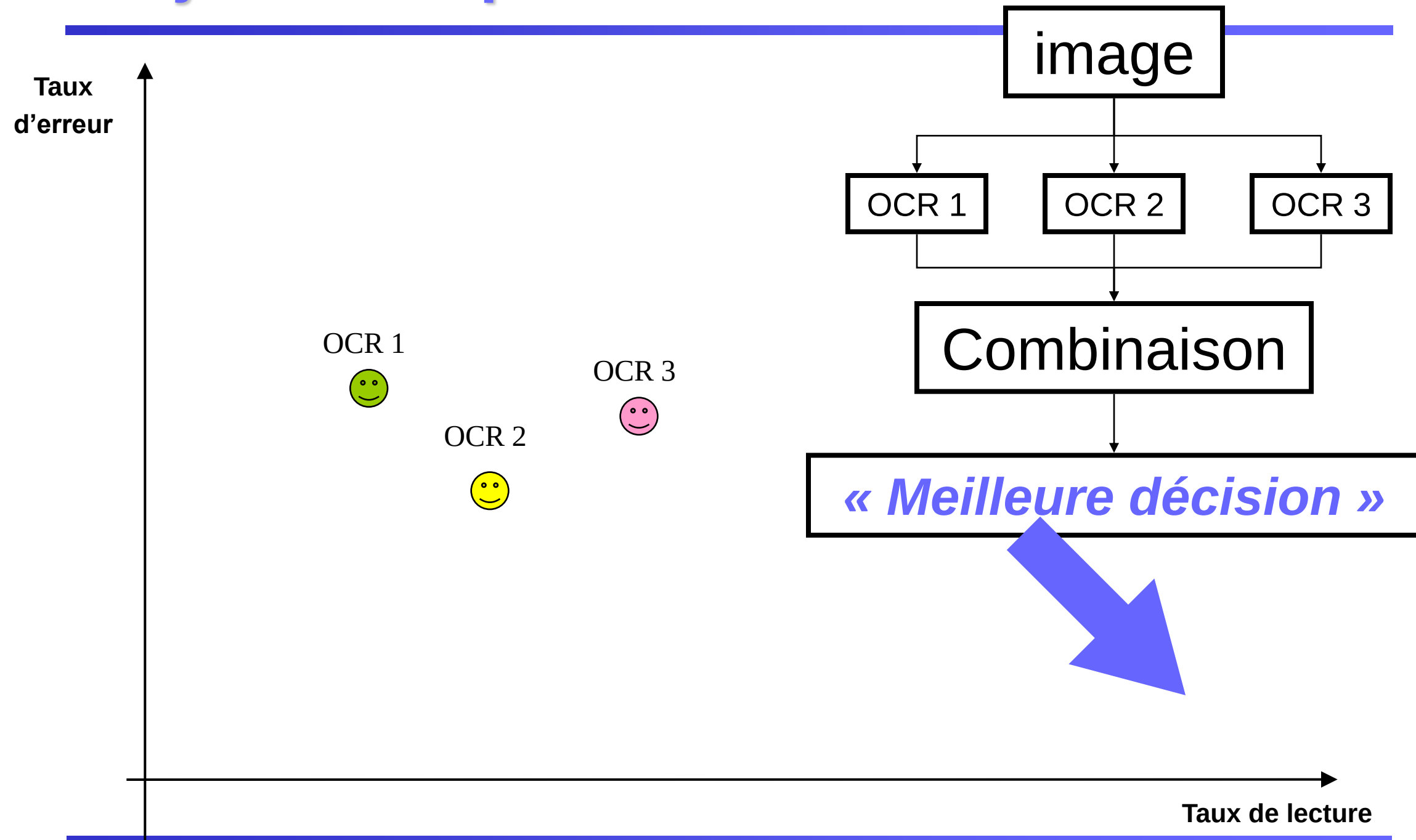
Dr F. Kalschank
1, place N. Luther King
91120 Evry

	Manuscrit	
	Taux de lecture	Taux d'erreur
Acheminement	$\geq 75\%$	$\leq 1\%$
Distribution	$\geq 40\%$	$\leq 2\%$

Objectifs de performance



Objectifs de performance



Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Plan

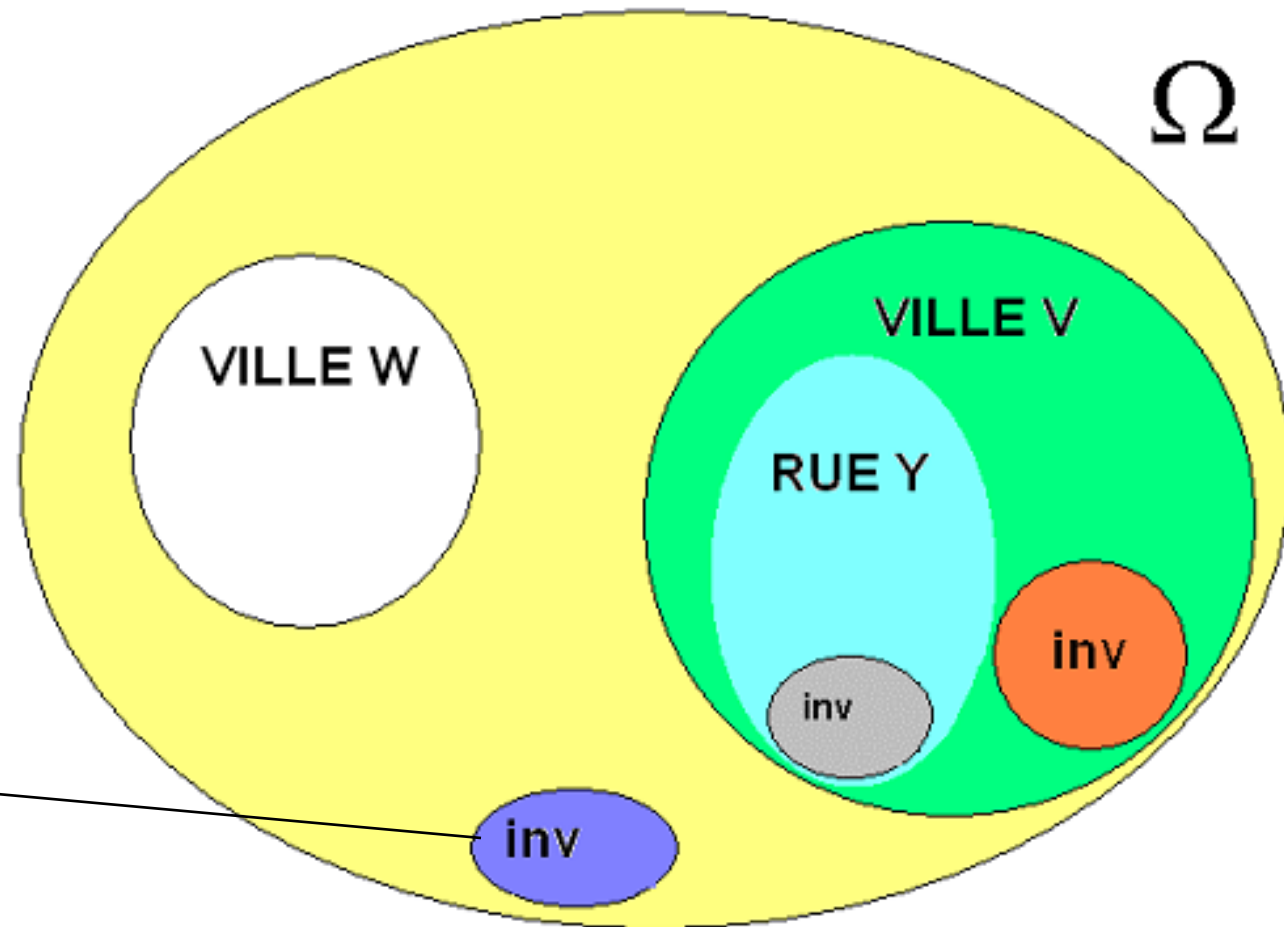
1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- **Théorie des fonctions de croyance** : modèle riche et flexible de représentation et de manipulation d'informations entachées de différentes formes d'incertitudes.
- Une part de croyance sur un ensemble A n'implique aucune information sur des ensembles plus restreints.
- Adaptée aux problèmes dans lesquels la combinaison d'informations hétérogènes joue un rôle important (fusion multi-capteurs, intégration de connaissances expertes, systèmes interactifs d'aide à la décision).

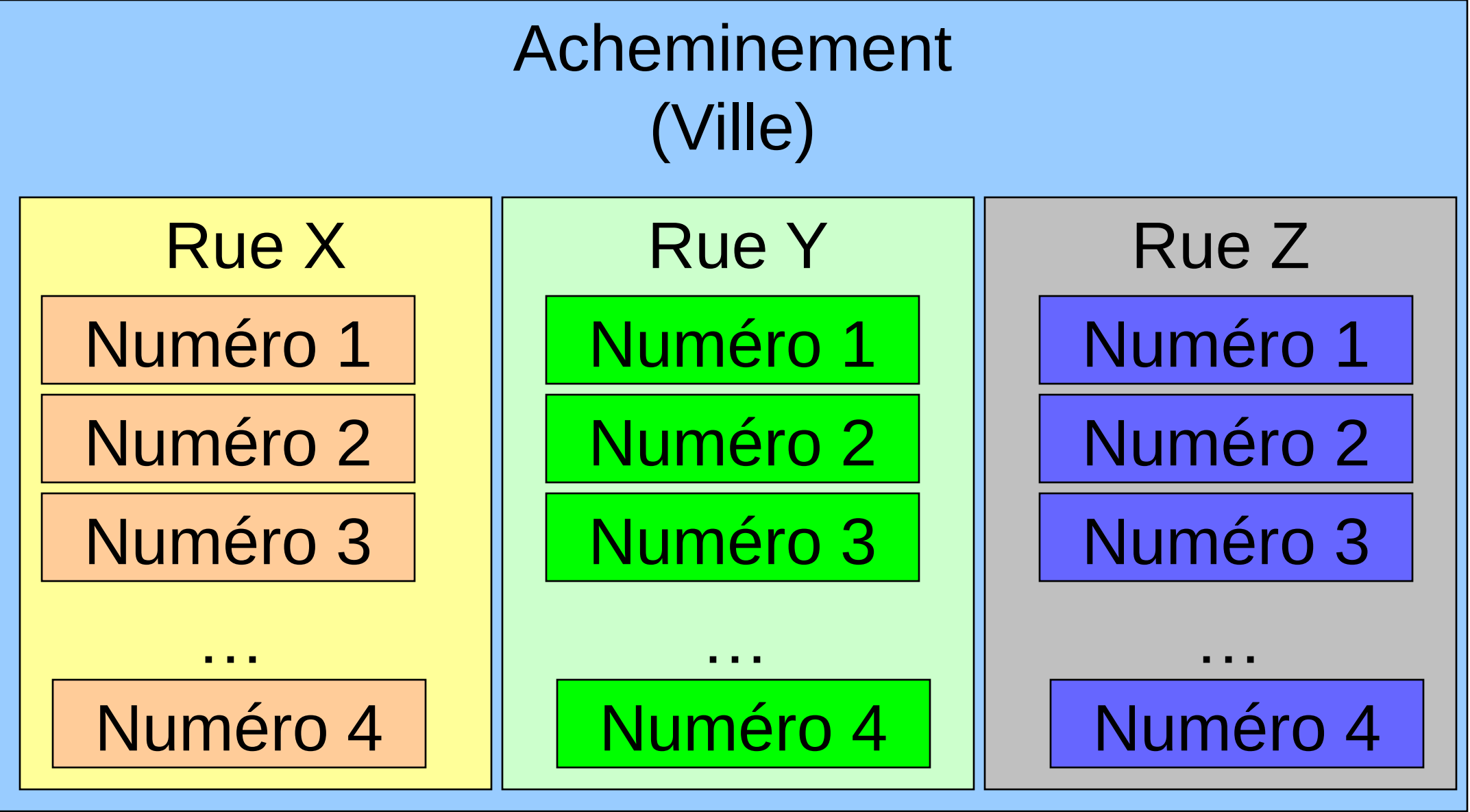
Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Les réponses des OCRs se regroupent dans un « espace d'adresses valides (situées dans une base de données) et invalides ».
- Ω est exhaustif.



- Lettres blanches
- Lettres retournées
- Erreurs scripteurs

Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance



Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Trois adresses sont proposées :

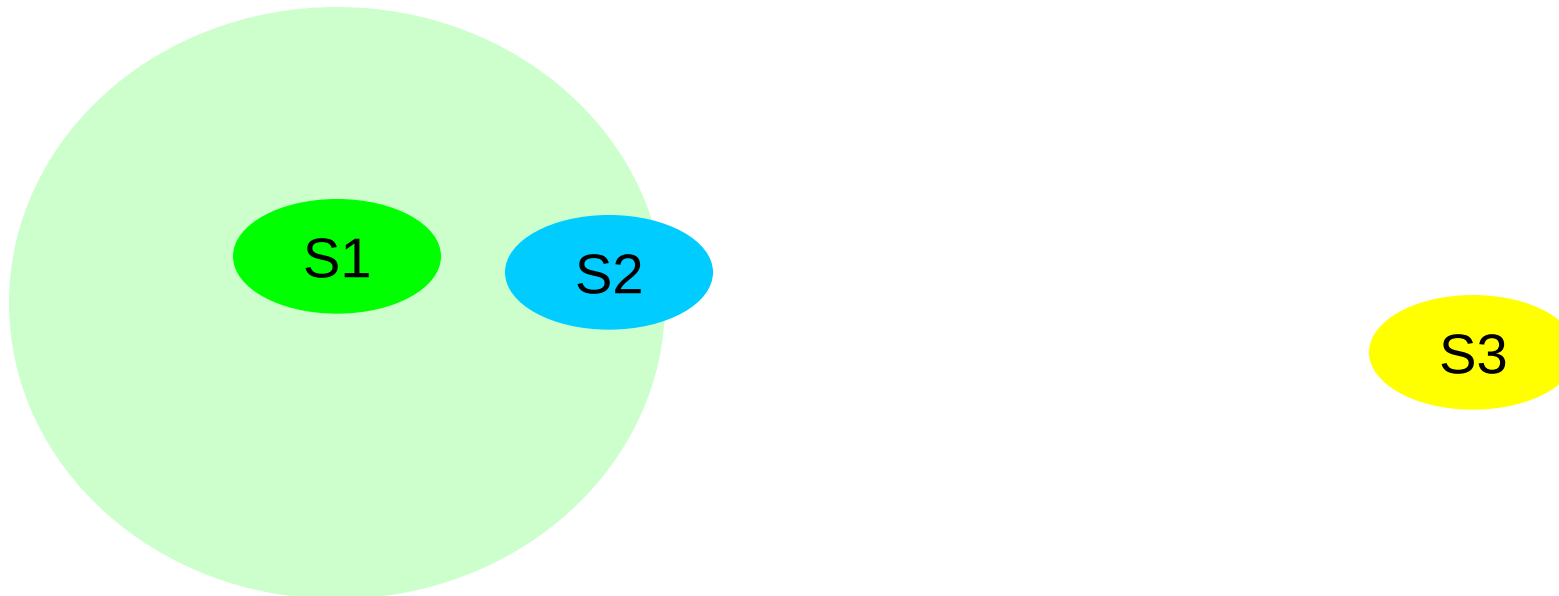
S1

S2

S3

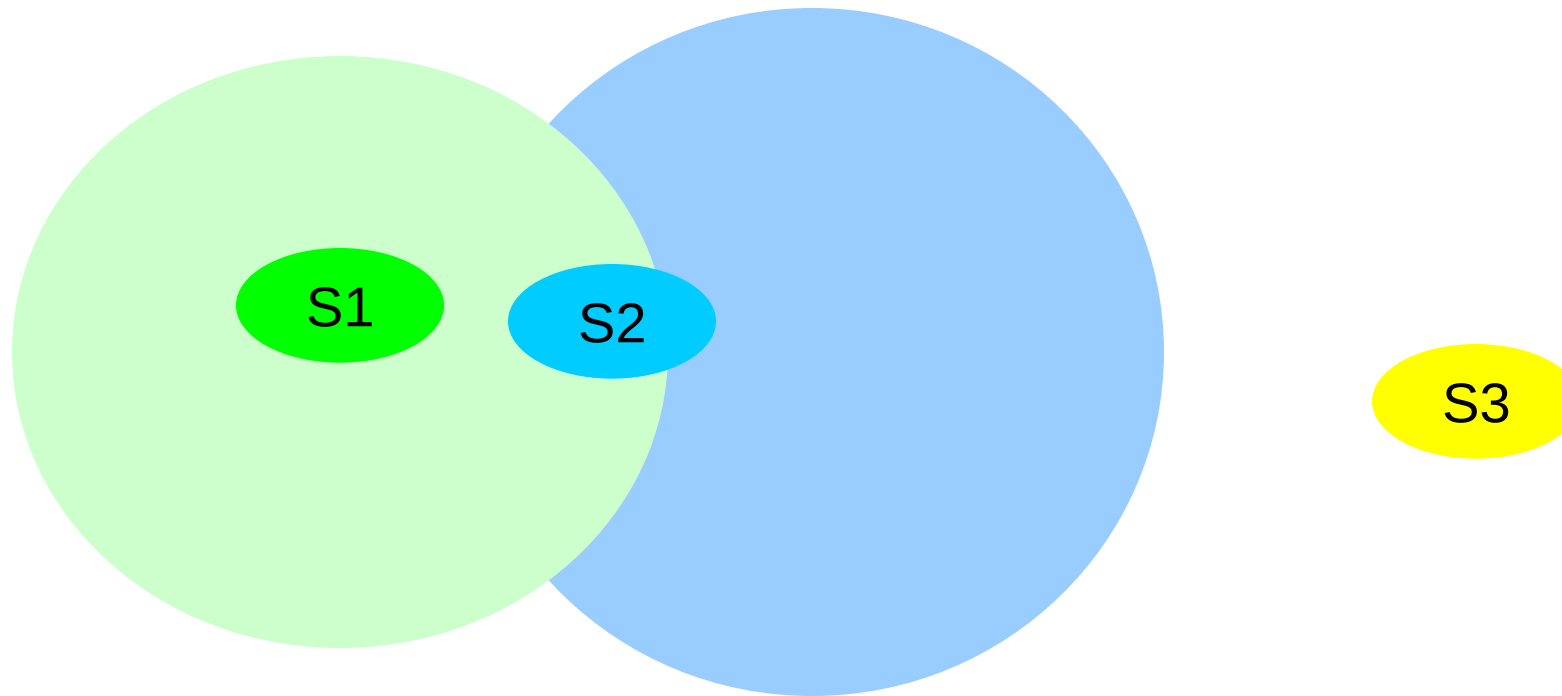
Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Trois adresses sont proposées :



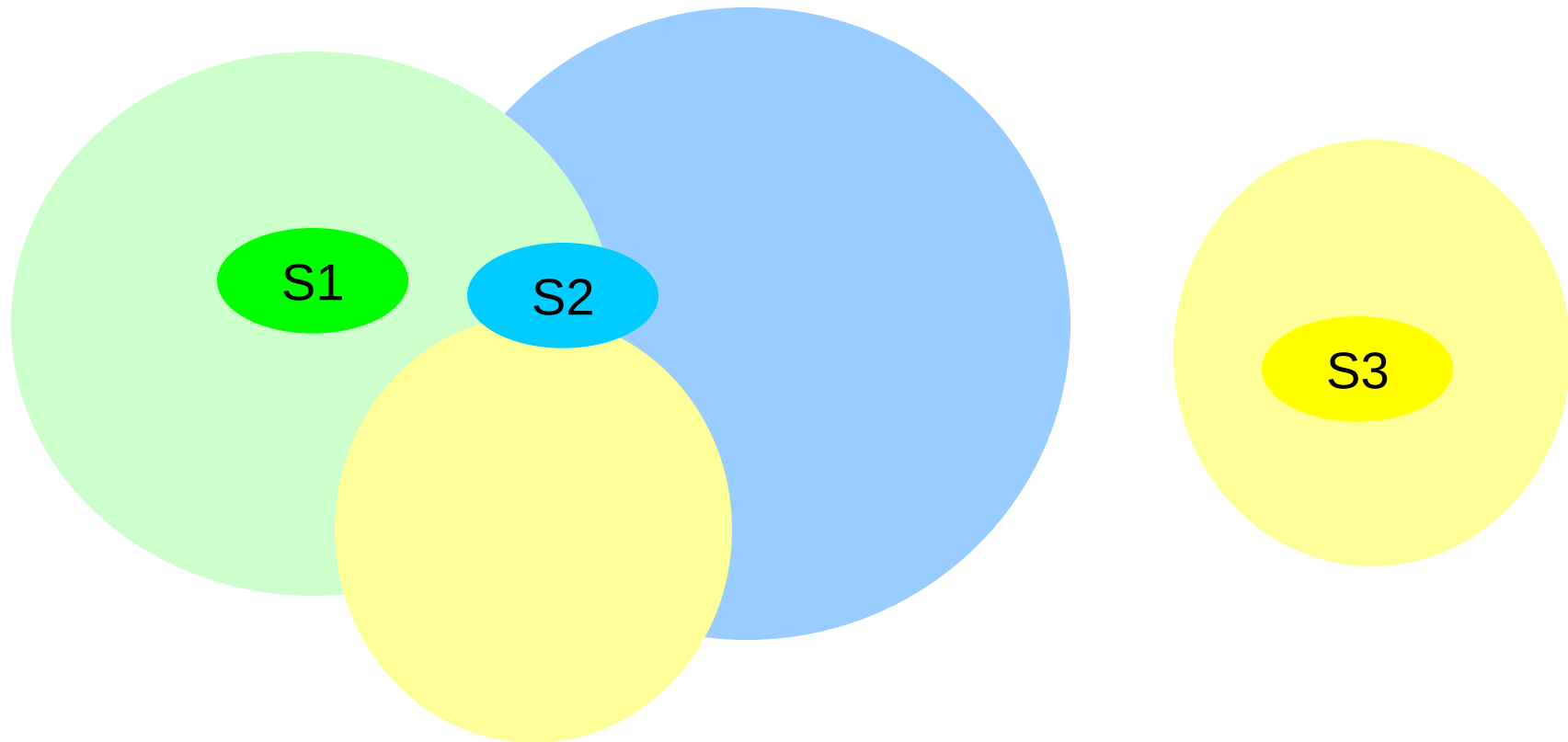
Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Trois adresses sont proposées :



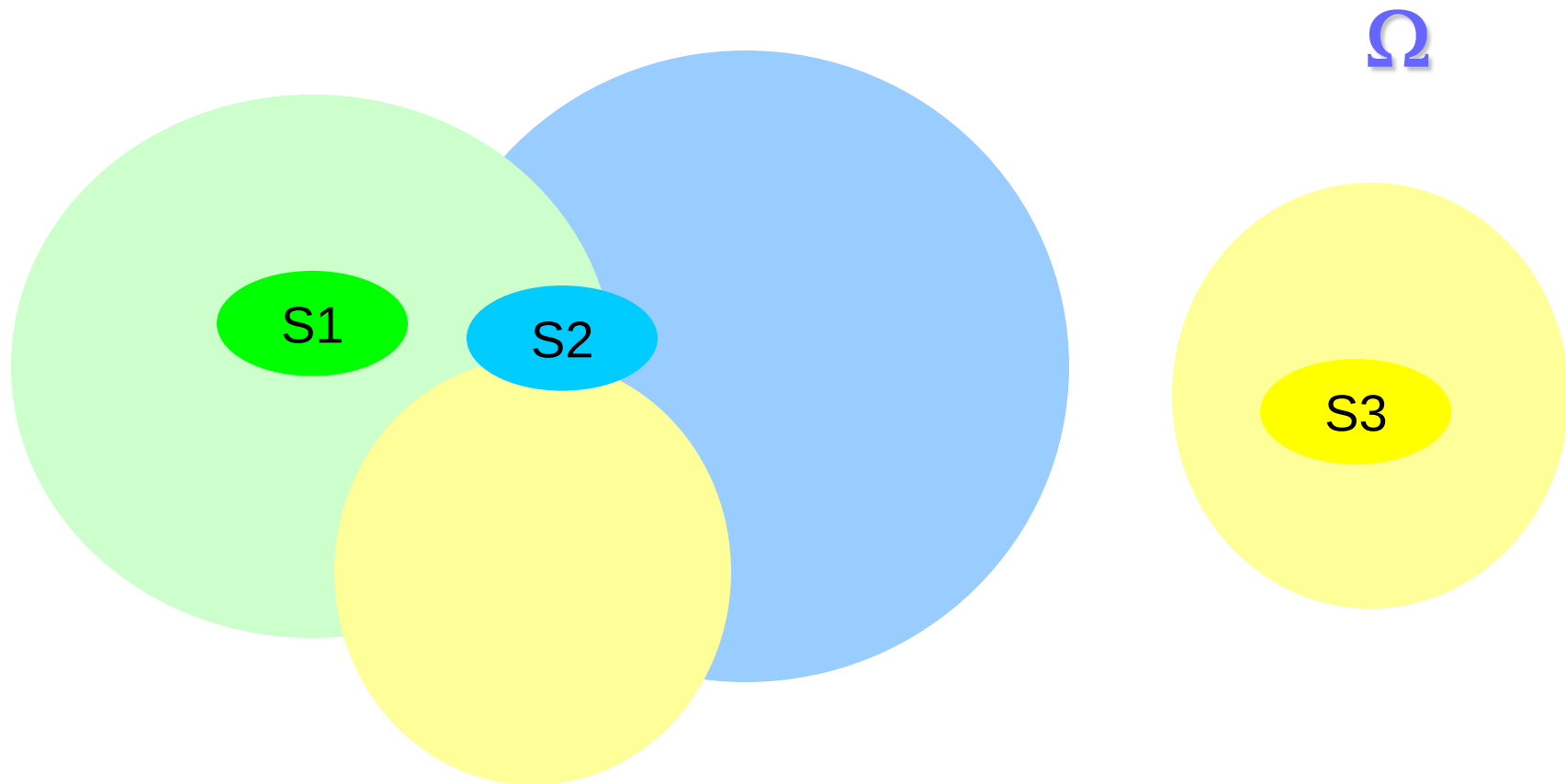
Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Trois adresses sont proposées :



Intérêts de l'utilisation des fonctions de croyance

- Trois adresses sont proposées :



Idées générales

- Base de données :
 - recherche des relations entre les décisions
 - création d'adresses proches
 - hiérarchie (moins fines)
- Hypothèses filtrées (pas assez fiables)
- Hypothèses suivantes (2^{ème}, ...)

Idées générales

- Base de données :
 - recherche des relations entre les décisions
 - création d'adresses proches
 - hiérarchie (moins fines)
- Hypothèses filtrées (pas assez fiables)
- Hypothèses suivantes (2^{ème}, ...)
- Problème : donner la plus juste valeur au « part de croyance » en chaque élément

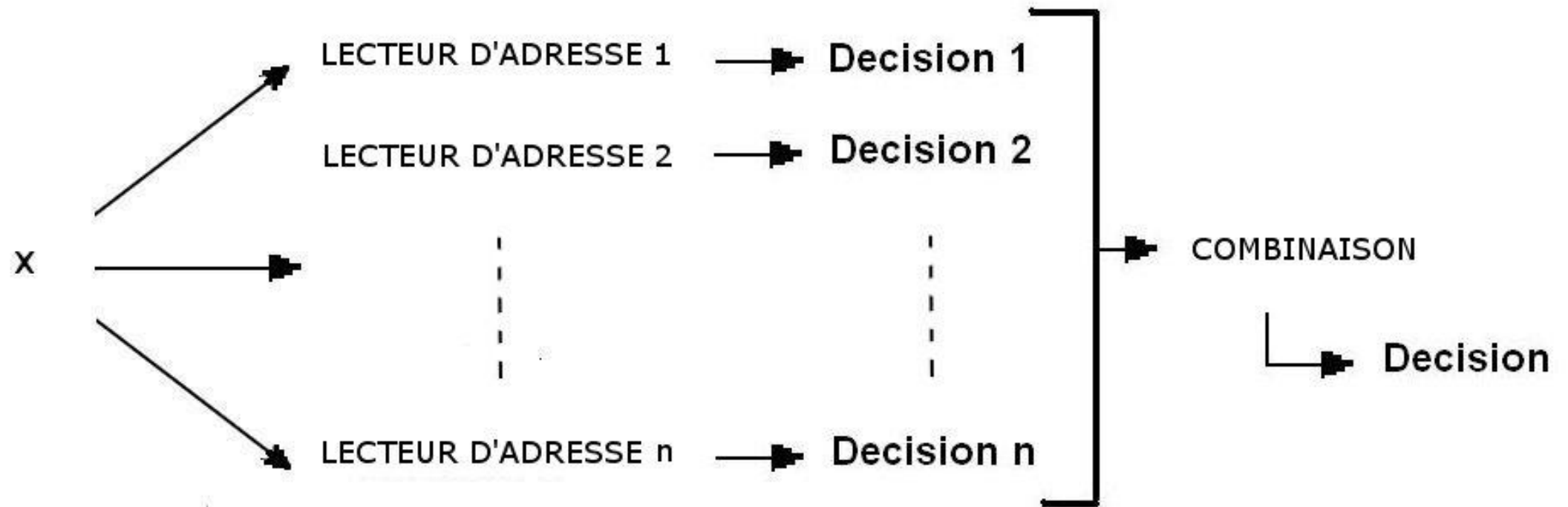
Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Plan

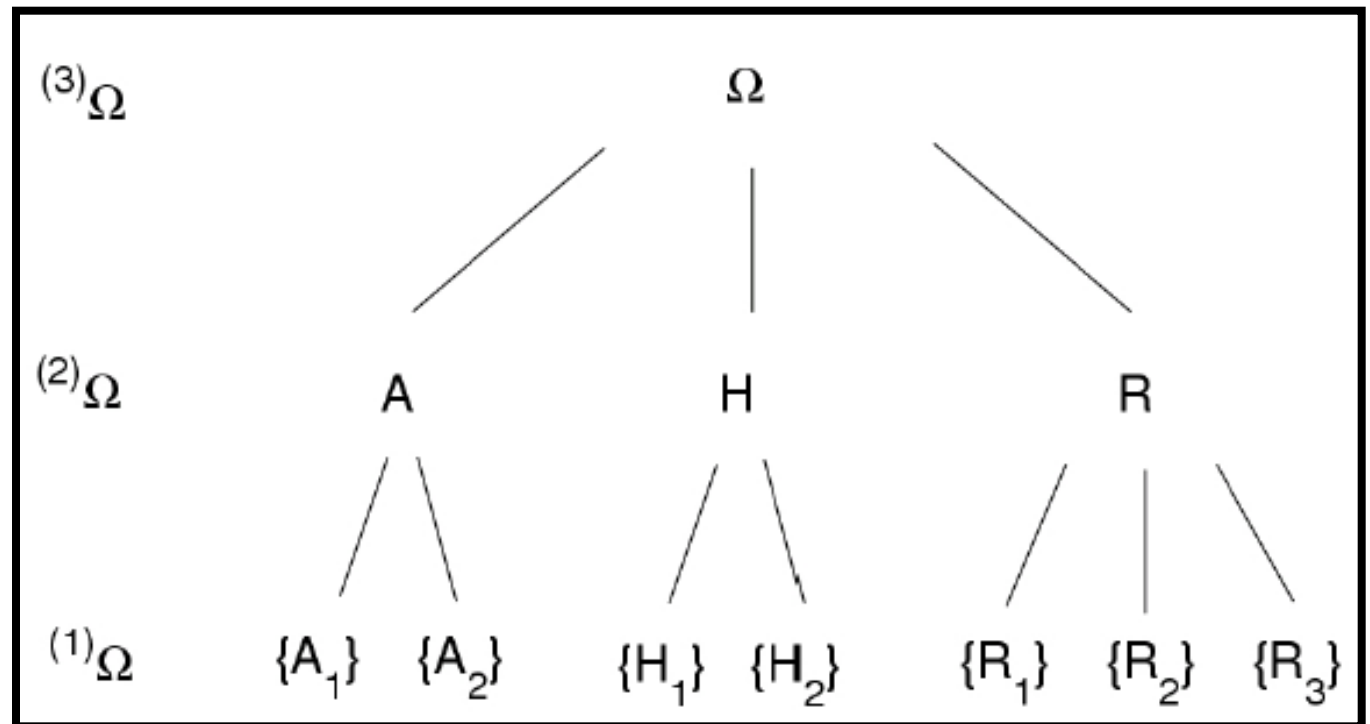
1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Modèle de base



Modèle de base

- Particularité : Les décisions sont organisées dans une hiérarchie commune à chaque classifieur.
- Exemple : $\Omega = \{A_1, A_2, H_1, H_2, R_1, R_2, R_3\}$. Du fait de la difficulté de la tâche de reconnaissance, chaque capteur peut décider :
 - une classe ($A_1, A_2, H_1, H_2, R_1, R_2$, ou R_3),
 - un ensemble de classes ($A=\{A_1, A_2\}$, $H=\{H_1, H_2\}$, ou $R=\{R_1, R_2, R_3\}$),
 - ou rejeter (i.e. décider Ω).



Modèle de base / Formalisation

- Un ensemble de N classifieurs C_i .
- Pour chaque objet x à reconnaître, chaque classifieur décide une classe ou un ensemble de classe, en fonction d'une hiérarchie de $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_K\}$.
- Un rejet total est alors équivalent à décider l'univers Ω tout entier.
- La hiérarchie est supposée être commune à tous les classifieurs.

Par simplicité, seulement trois niveaux sont considérés, mais notre approche se généralise facilement à un nombre quelconque de niveaux.

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux

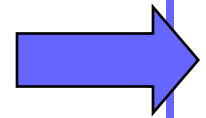
2. Combinaison des fonctions de croyance

3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Modèle de base



1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Modèle de base / Affectation des masses

- Dans les applications réelles, les capteurs ou experts ne donnent généralement pas directement une fonction de masse.
- Nécessité de créer une méthode de conversion des décisions fournies par chaque classifieur.
- Tâche très importante : les fonctions de croyance représentent toute l'information issue de chaque classifieur.
- Dans notre contexte, les classifieurs fournissent juste une décision. Une méthode basée sur les **matrices de confusion** de chaque classifieur est proposée.

Définitions

- Le *taux de lecture* R_i du classifieur C_i est égal au pourcentage de réponses correctes données par C_i .
- Le *taux de substitution* S_i du classifieur C_i est égal au pourcentage de substitutions données par C_i .
- Le *taux de rejet* T_i du classifieur C_i est égal au pourcentage de rejets réalisés par C_i .
- $R_i + S_i + T_i = 1$.
- Le *taux de fiabilité* $\mathcal{R}_i$ du classifieur C_i est égal au pourcentage de réponses correctes données par C_i sans tenir compte des rejets :

$$\mathcal{R}_i = \frac{R_i}{R_i + S_i}.$$

Modèle de base / Affectation des masses

- Affectation Bayésienne (décisions non hiérarchiques) : nécessite un ensemble d'apprentissage trop élevés pour un nombre de classes très grand ($>10^6$).
- Affectation de *Xu et al* (1992) (décisions non hiérarchiques), lorsque $C_i(x) = \omega_k$ avec $k \in \{1, \dots, K\}$:

$$\begin{array}{lll} m_i : & 2^\Omega & \longrightarrow [0, 1] \\ & \{\omega_k\} & \longmapsto R_i \\ & \Omega \setminus \{\omega_k\} & \longmapsto S_i \\ & \Omega & \longmapsto T_i \end{array}$$

Modèle de base / Affectation des masses

- Notre approche est basée sur l'utilisation du taux de fiabilité à chaque niveau de la hiérarchie.
- Exemple : supposons que la matrice de confusion d'un classifieur C_1 soit telle que :

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
$(1)\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
$(2)\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
$(3)\Omega$	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$. Déroulement de l'affectation.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
${}^{(3)}\Omega$	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$. Déroulement de l'affectation.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
${}^{(3)}\Omega$	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$. Déroulement de l'affectation.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
${}^{(3)}\Omega$	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
${}^{(3)}\Omega$	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Affectation :

$$m_1(\{A_1\}) = \mathcal{R}_1[{}^{(1)}\Omega_1] = (36 + 24 + 19 + 21 + 30 + 15 + 15)/200 = 0.80$$

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
${}^{(3)}\Omega$	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Affectation :

$$m_1(\{A_1\}) = \mathcal{R}_1[{}^{(1)}\Omega_1] = (36 + 24 + 19 + 21 + 30 + 15 + 15)/200 = 0.80$$

$$m_1(\{A_1, A_2\}) = \mathcal{U}_1^1[{}^{(1)}\Omega_1] = (2 + 4 + 1 + 5 + 2 + 2 + 2 + 4 + 8)/200 = 0.15$$

Modèle de base / Affectation des masses

Supposons que $C_1(x) = \{A_1\} \in {}^{(1)}\Omega$.

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	36	4	0	0	1	1	2
	$\{A_2\}$	2	24	0	0	0	0	4
	$\{H_1\}$	0	0	19	5	0	0	0
	$\{H_2\}$	0	0	1	21	0	0	0
	$\{R_1\}$	0	0	0	0	30	2	4
	$\{R_2\}$	1	0	0	0	2	15	8
	$\{R_3\}$	1	0	0	0	0	2	15
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	35	45	2	1	4	5	10
	$\{H_1, H_2\}$	0	0	42	20	0	0	1
${}^{(3)}\Omega$	$\{R_1, R_2, R_3\}$	2	4	0	0	25	12	21
	Ω	2	5	1	0	1	2	10

Affectation :

$$m_1(\{A_1\}) = \mathcal{R}_1[{}^{(1)}\Omega_1] = (36 + 24 + 19 + 21 + 30 + 15 + 15)/200 = 0.80$$

$$m_1(\{A_1, A_2\}) = \mathcal{U}_1^1[{}^{(1)}\Omega_1] = (2 + 4 + 1 + 5 + 2 + 2 + 2 + 4 + 8)/200 = 0.15$$

$$m_1(\Omega) = \mathcal{U}_1^2[{}^{(1)}\Omega_1] = (1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4)/200 = 0.05$$

Modèle de base / Affectation des masses

- Dans le cas d'une hiérarchie sans ensemble de classes intermédiaires entre les singletons et Ω , lorsque $C_i(x) = \omega_k$ avec $k \in \{1, \dots, K\}$ notre affectation devient :

$$\begin{array}{lll} m_i : & 2^\Omega & \longrightarrow [0, 1] \\ & \{\omega_k\} & \longmapsto \mathcal{R}_i \\ & \Omega & \longmapsto \mathcal{U}_i, \end{array}$$

Modèle de base / Affectation des masses

- Dans le cas d'une hiérarchie sans ensemble de classes intermédiaires entre les singletons et Ω , lorsque $C_i(x) = \omega_k$ avec $k \in \{1, \dots, K\}$ notre affectation devient :

- Xu :

$$\begin{array}{lll}
 m_i : & 2^\Omega & \longrightarrow [0, 1] \\
 & \{\omega_k\} & \longmapsto R_i \\
 & \Omega \setminus \{\omega_k\} & \longmapsto S_i \\
 & \Omega & \longmapsto T_i
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 m_i : & 2^\Omega & \longrightarrow [0, 1] \\
 & \{\omega_k\} & \longmapsto \mathcal{R}_i \\
 & \Omega & \longmapsto \mathcal{U}_i,
 \end{array}$$

Modèle de base / Affectation des masses

	R_i	S_i	T_i
C_1	90%	2%	8%
C_2	20%	0.1%	79,9%

Supposons $C_1(x) = \omega_k$ et $C_2(x) = \omega_l$.

Affectation de Xu and al :

$$m_1(\{\omega_k\}) = 0.90,$$

$$m_2(\{\omega_l\}) = 0.20,$$

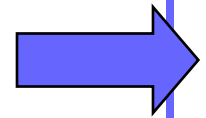
$$m_2(\Omega) = 0.799.$$

Notre affectation :

$$m_1(\{\omega_k\}) = 0.978$$

$$m_2(\{\omega_l\}) = 0.995.$$

Modèle de base



1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

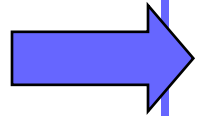
3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux



2. Combinaison des fonctions de croyance

3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

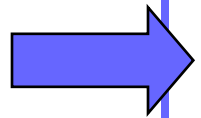
Modèle de base / Combinaison des masses

- Supposant que les classifieurs constituent des informations fiables et distinctes, les masses sont combinées conjonctivement.

En réalité c'est ouvert ... (disjonctive, Dubois-Prade, moyenne ...)

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux



2. Combinaison des fonctions de croyance

3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

→ 3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Rappel : prise de décision

- Des principes de rationalité (Savage, De Groot) justifient la stratégie consistant à choisir l'action parmi un ensemble exhaustif d'actions A , qui minimise le risque défini par :

$$\rho(\alpha) = \sum_{\omega \in \Omega} c(\alpha, \omega) P^{\Omega}(\{\omega\})$$

où $P^{\Omega} : 2^{\Omega} \rightarrow [0,1]$ est une mesure de probabilité et $c : A \times \Omega \rightarrow \text{Réels}$ est une fonction de coût .

- Ainsi, quand une décision doit être prise, la fonction de croyance obtenue après combinaison doit être transformée en une mesure de probabilité.
- Une solution consiste à utiliser la transformation pignistique.

Rappel : prise de décision

- Des principes de rationalité (Savage, De Groot) justifient la stratégie consistant à choisir l'action parmi un ensemble exhaustif d'actions A , qui minimise le risque défini par :

$$\rho(\alpha) = \sum_{\omega \in \Omega} c(\alpha, \omega) P^{\Omega}(\{\omega\})$$

où $P^{\Omega} : 2^{\Omega} \rightarrow [0,1]$ est une mesure de probabilité et $c : A \times \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ est une fonction de coût .

$$BetP(\{\omega\}) = \sum_{\{A \subseteq \Omega, \omega \in A\}} \frac{m(A)}{|A| (1 - m(\emptyset))}$$

- Une solution consiste à utiliser la transformation pignistique.

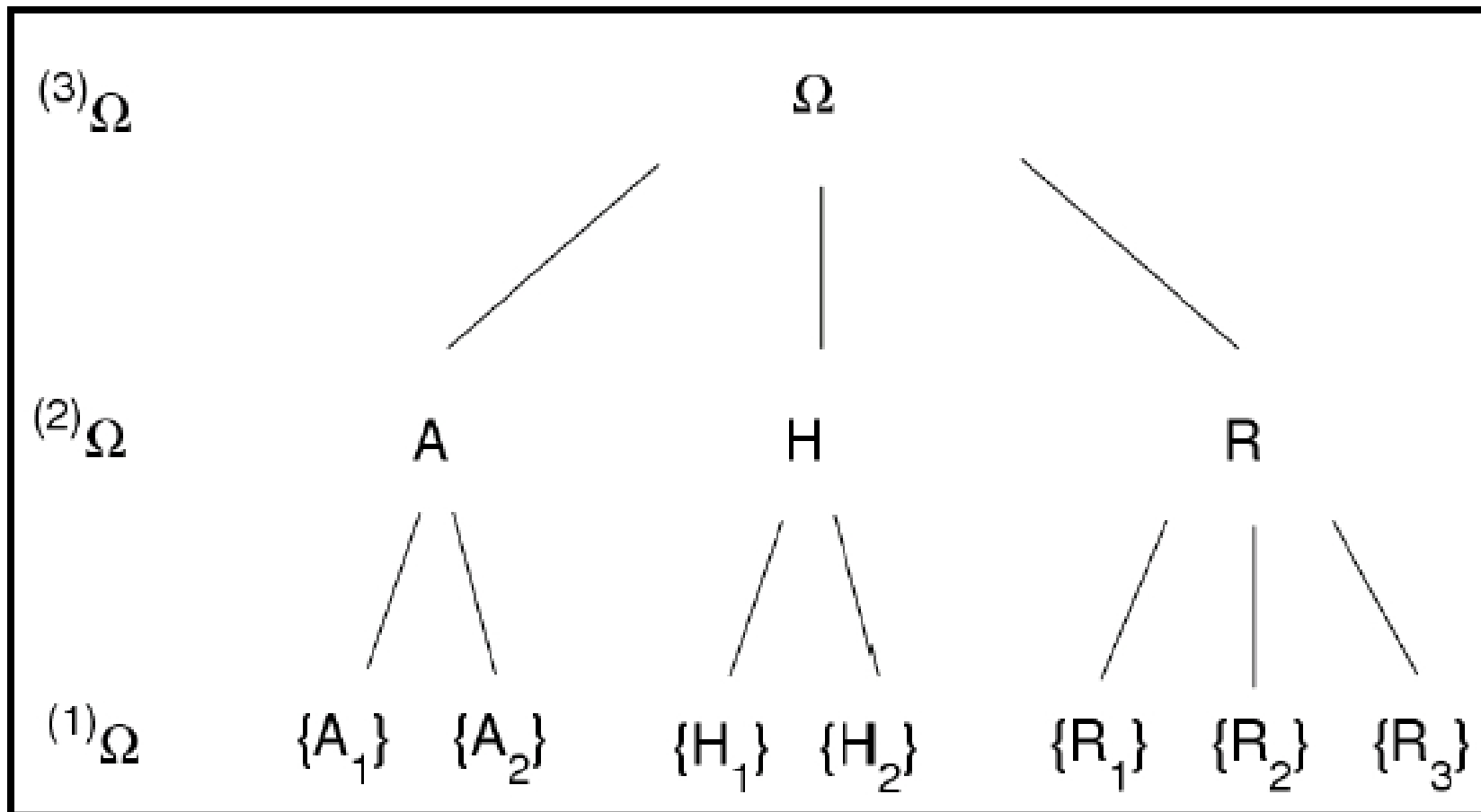
Rappel : prise de décision

- Petit exemple simple : $\Omega = \{a,b,c\}$.
 - On peut décider $\{a\}=a$, $\{b\}=b$, $\{c\}=c$ ou $\{a,b,c\}=abc$.
 - Les risques associés à ces actions sont :
 - $\rho(a) = c(a,a) P(a) + c(a,b) P(b) + c(a,c) P(c)$
 - $\rho(b) = c(b,a) P(a) + c(b,b) P(b) + c(b,c) P(c)$
 - $\rho(c) = c(c,a) P(a) + c(c,b) P(b) + c(c,c) P(c)$
 - $\rho(abc) = c(abc,a) P(a) + c(abc,b) P(b) + c(abc,c) P(c)$
 - $P(a) = 0.5$, $P(b) = 0.4$, $P(c) = 0.1$
 - Avec $c(a,a)=c(b,b)=c(c,c)=0$, $c(b,a)=c(a,b)=\dots=c_{\text{err}}$, et $c(abc,a)=c(abc,b)=c(abc,c)=c_{\text{rej}}$, on a $\rho(a) = 0.5 c_{\text{err}}$ et $\rho(abc) = c_{\text{rej}}$

La décision sera alors 'a' tant que $0.5 c_{\text{err}} < c_{\text{rej}}$ soit tant que le coût d'erreur sera deux fois supérieur au coût de rejet.

Prise de décision

- Dans cet exemple, $A = {}^{(3)}\Omega \cup {}^{(2)}\Omega \cup {}^{(1)}\Omega$, où l'action « décider ${}^{(p)}\omega$ » est identifiée à « ${}^{(p)}\omega$ ».



Prise de décision

■ L'action optimale est calculée à partir des coûts suivants, pour tout $k, l \in \{1, \dots, K\}$:

- $c(\Omega, \omega_k)$ (jaune)
- $c^{(2)}(\Omega, \omega_k)$ ($\omega_k \in {}^{(2)}\Omega$) (bleu clair)
- $c^{(2)}(\Omega, \omega_k)$ ($\omega_k \notin {}^{(2)}\Omega$) et $c(\omega_l, \omega_k)$ ($l \neq k$) (rouge)
- $c(\omega_k, \omega_k)$ (bleu foncé)

		ACTUAL						
		A_1	A_2	H_1	H_2	R_1	R_2	R_3
${}^{(1)}\Omega$	$\{A_1\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{A_2\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{H_1\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{H_2\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{R_1\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{R_2\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{R_3\}$	c	c	c	c	c	c	c
${}^{(2)}\Omega$	$\{A_1, A_2\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{H_1, H_2\}$	c	c	c	c	c	c	c
	$\{R_1, R_2, R_3\}$	c	c	c	c	c	c	c
${}^{(3)}\Omega$	Ω	c	c	c	c	c	c	c

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

→ 3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Modèle de base

1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

3. Décision

Niveau crédal
du MCT

Niveau
pignistique

Performances obtenues

Modèle de base

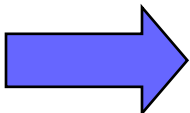
1. Construction des éléments focaux

2. Combinaison des fonctions de croyance

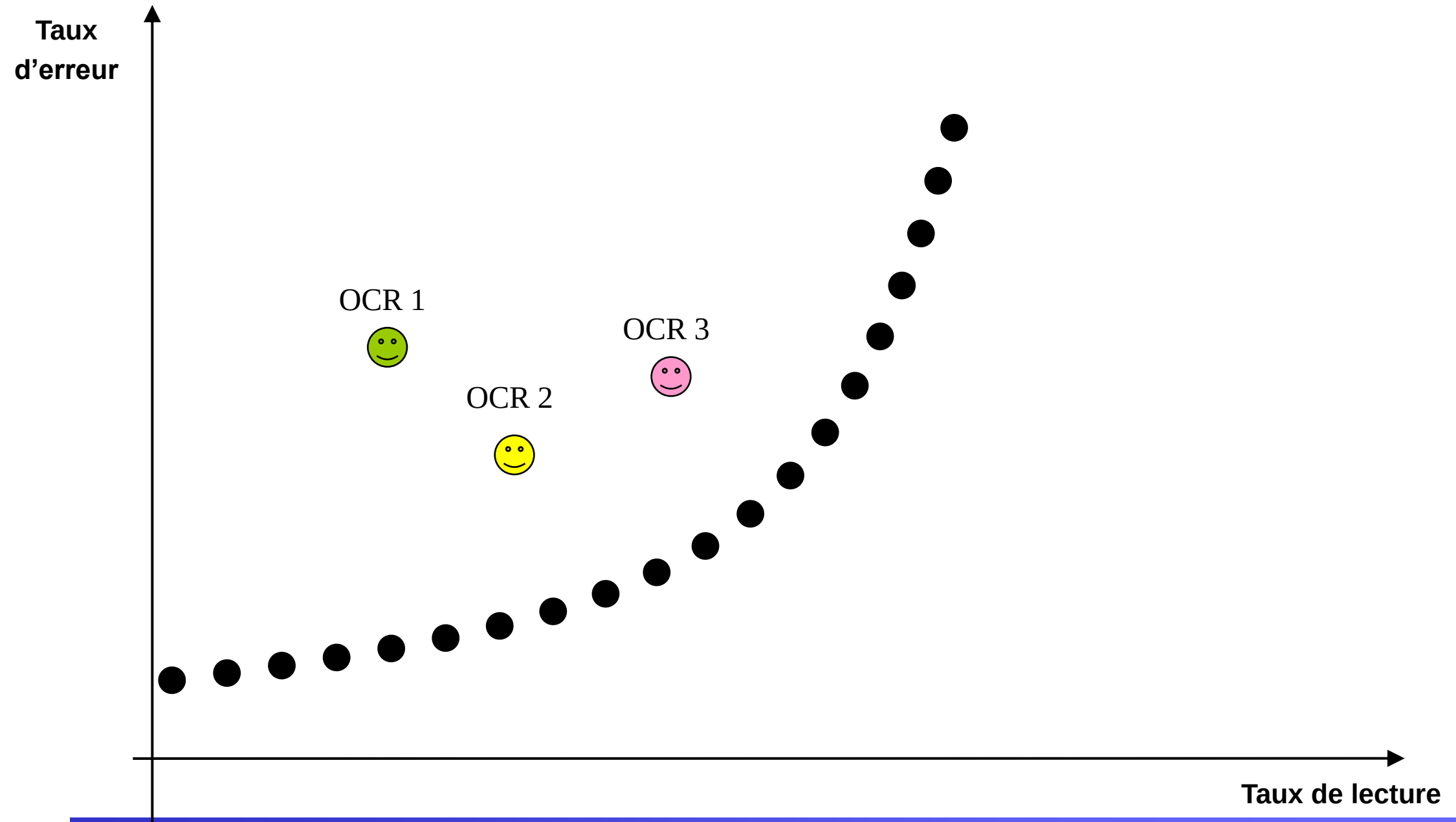
3. Décision

Niveau crédal
du MCT

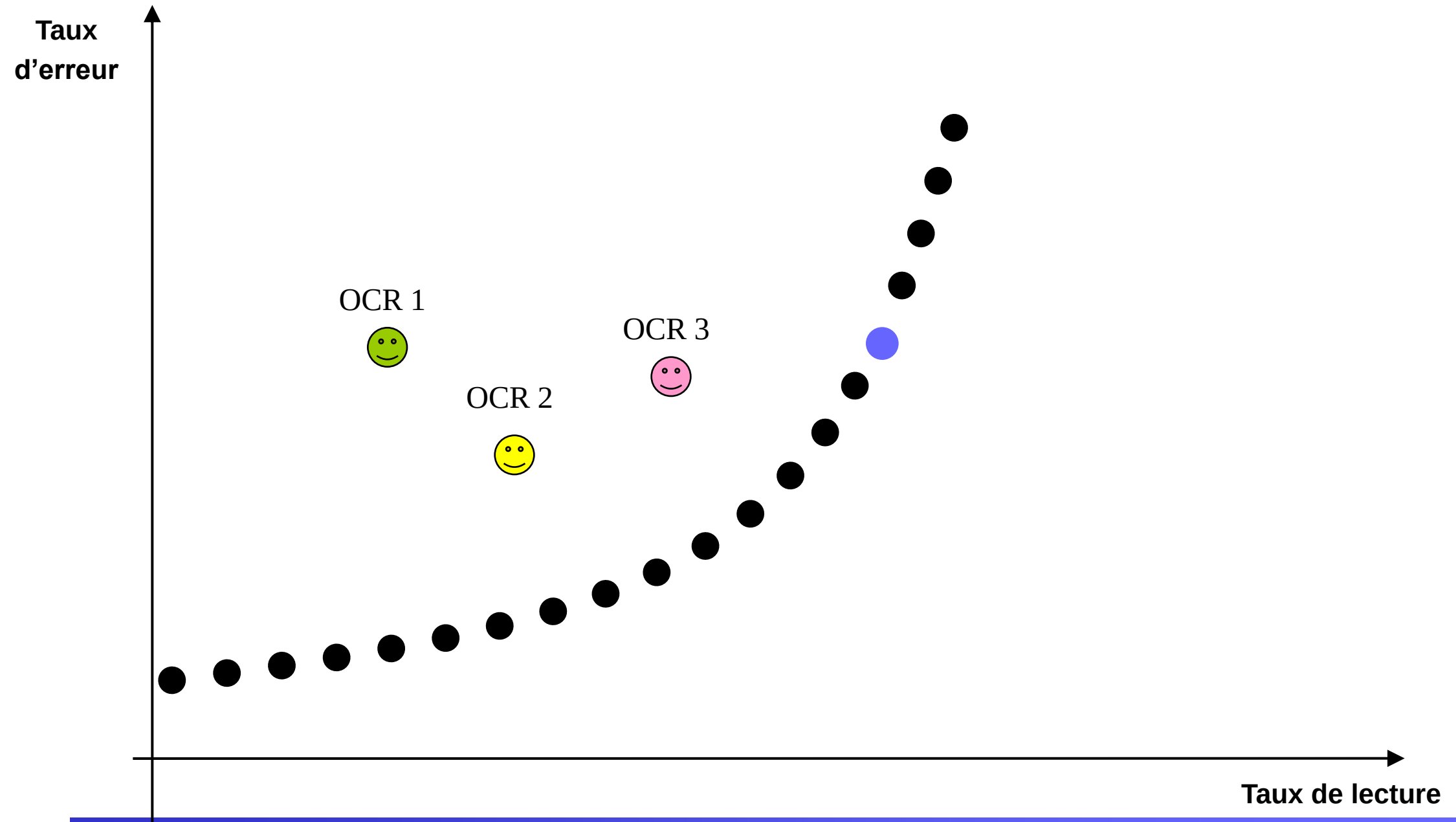
Niveau
pignistique

 Performances obtenues

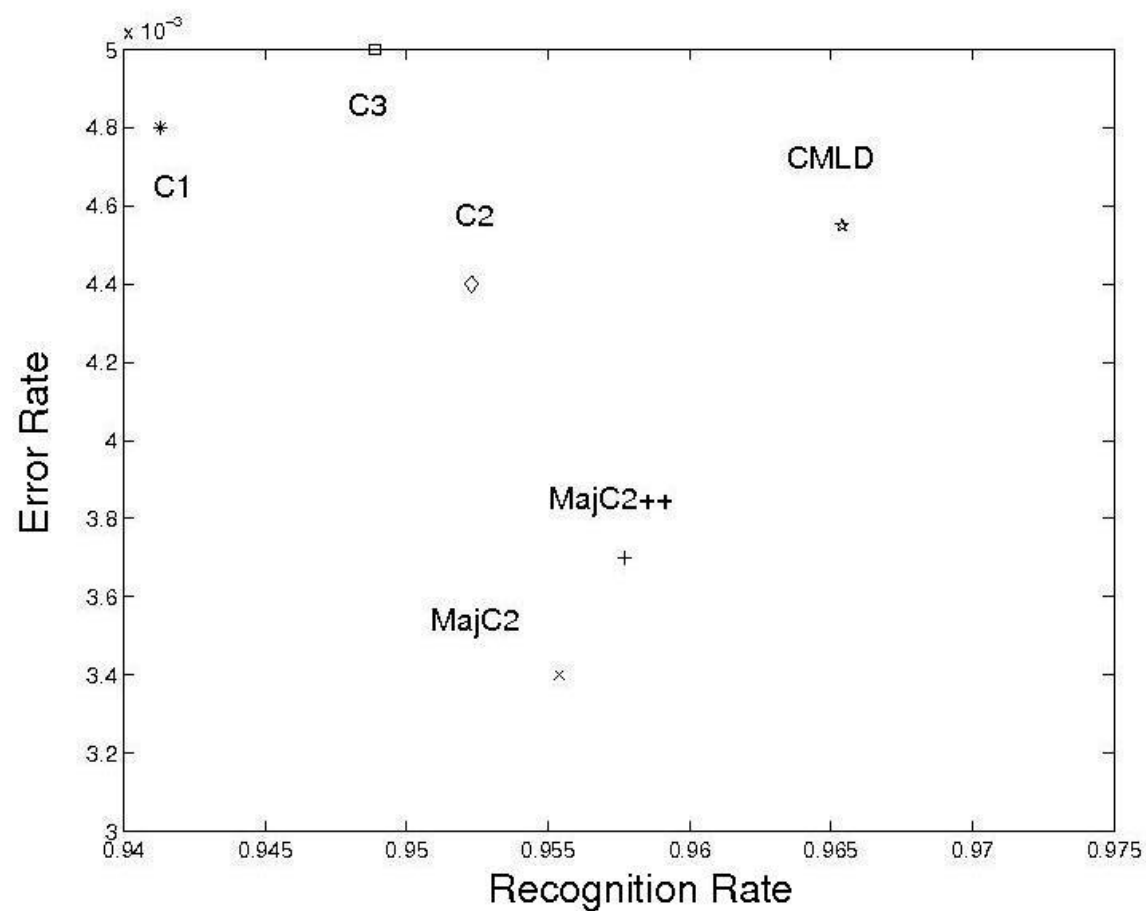
Performances



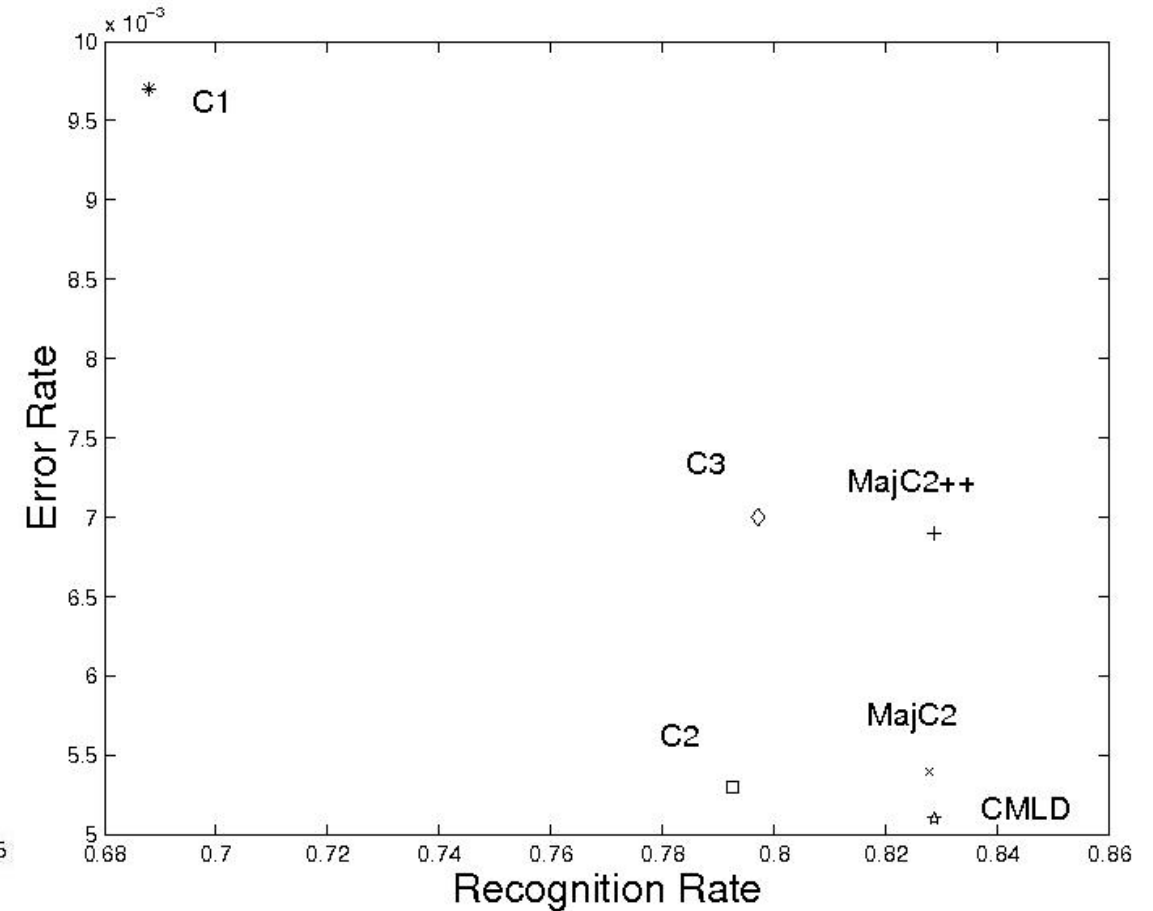
Performances (réglage des coûts)



Performances

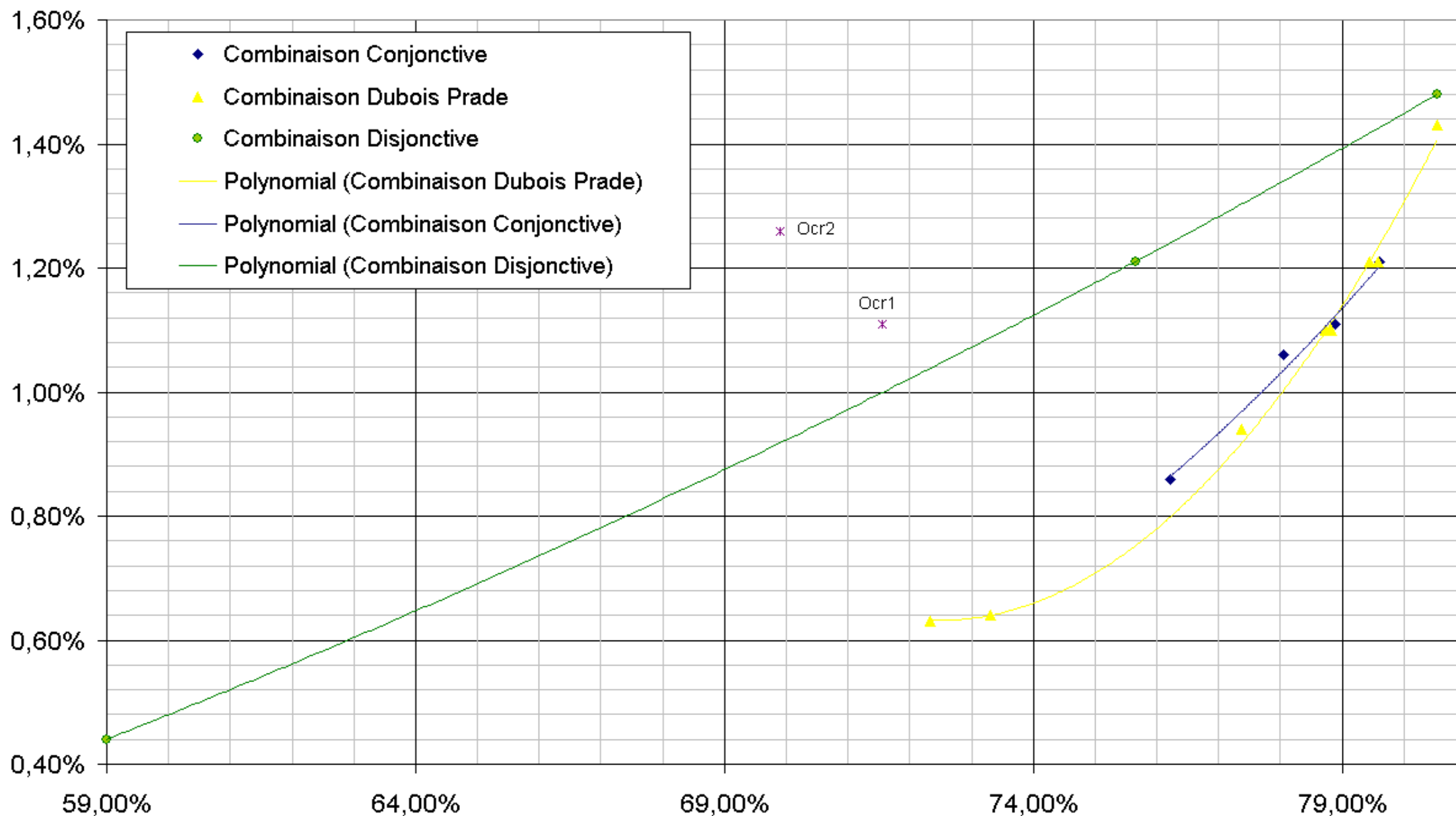


Acheminement (classe de niveau 2)

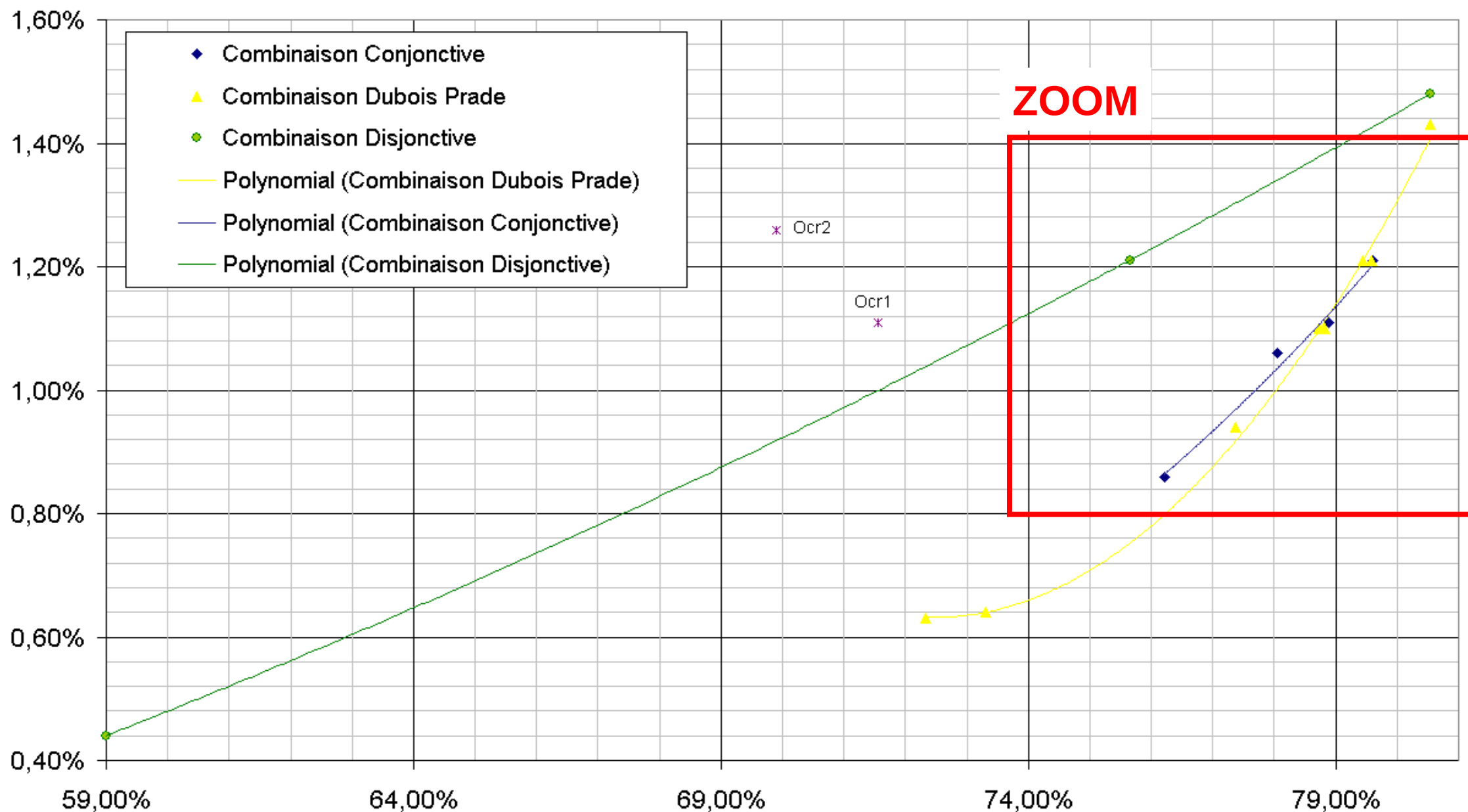


Distribution (classes de niveau 1)

Performances

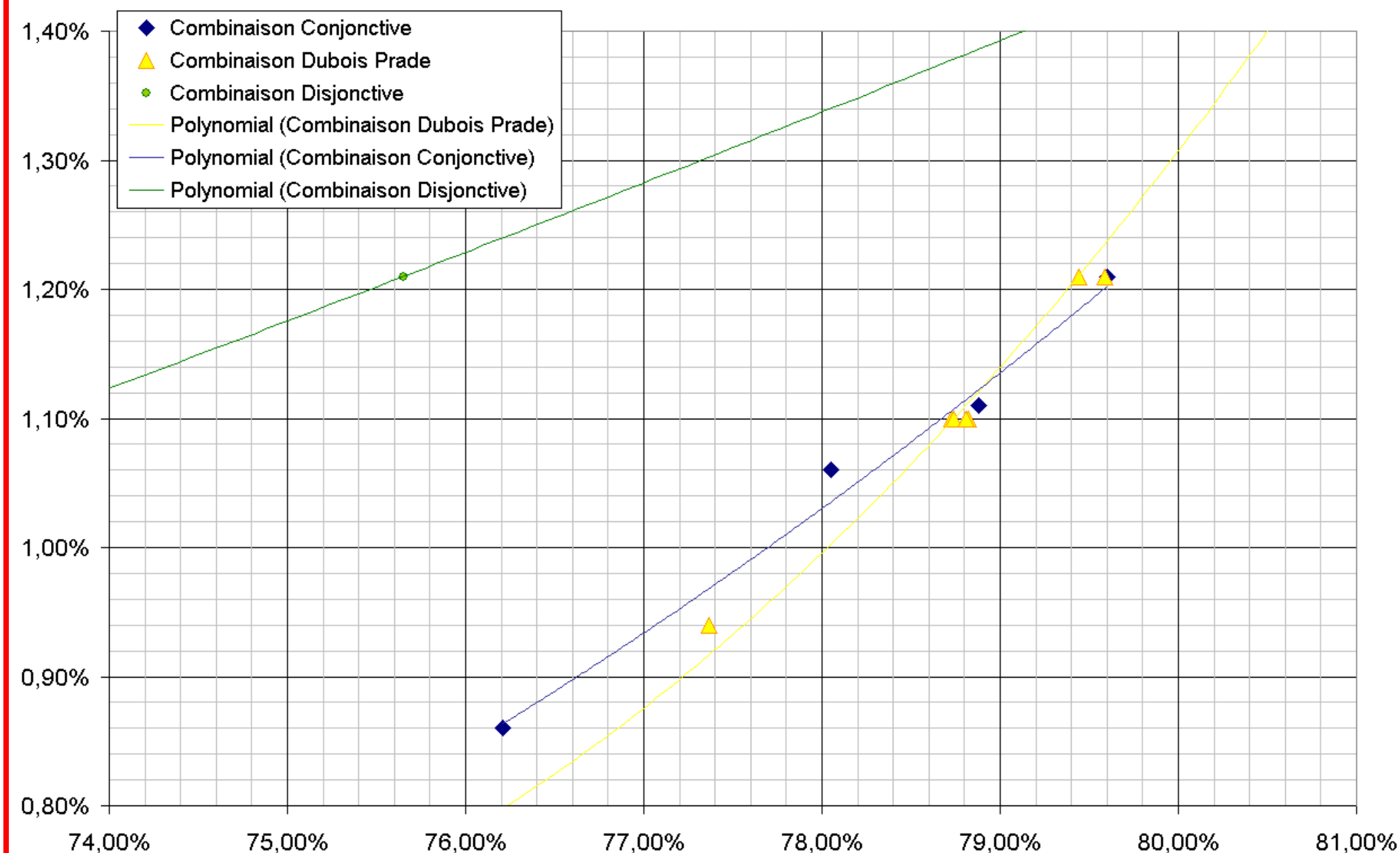


Performances

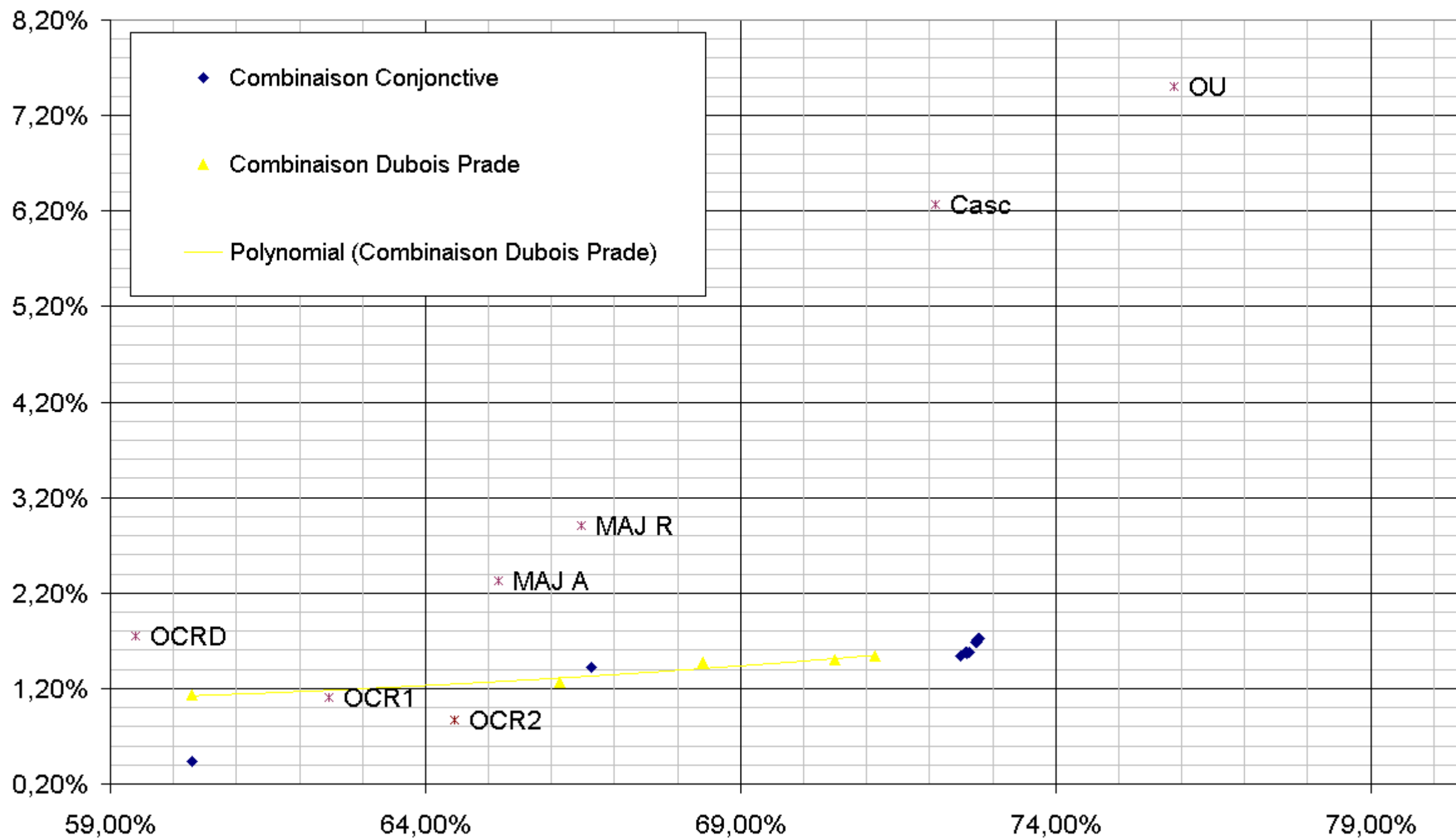


Performances

ZOOM

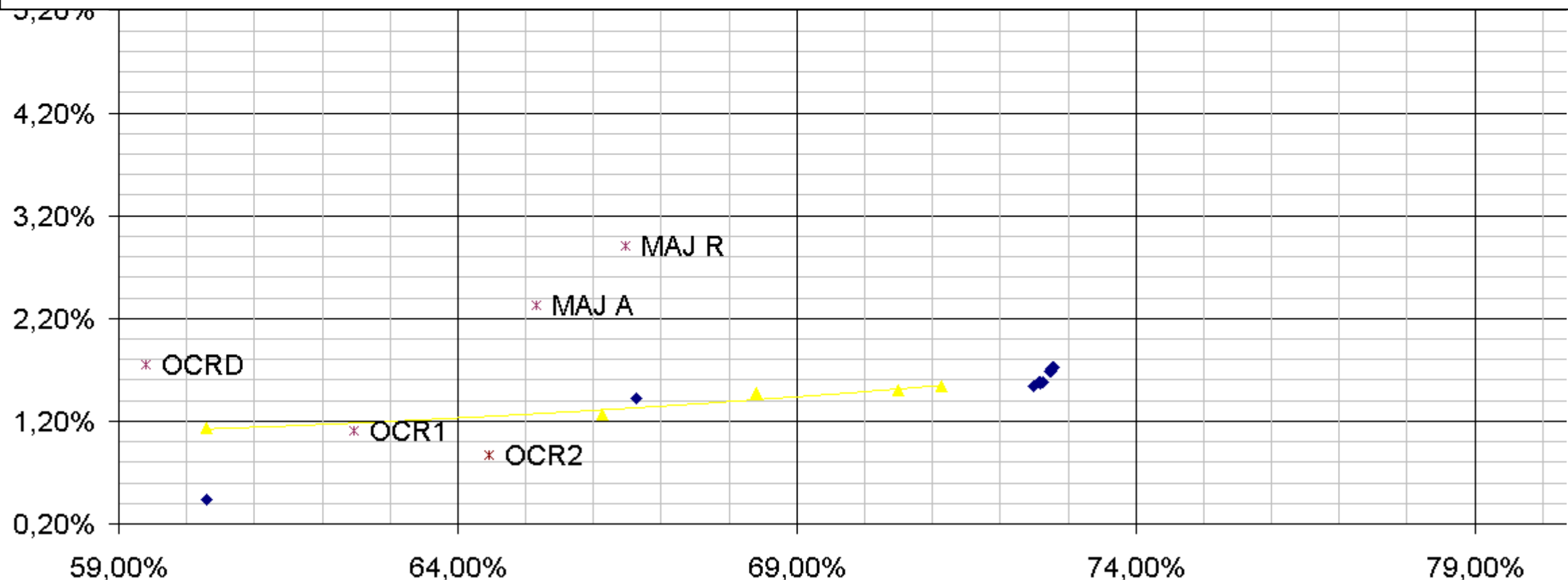


Performances



Aller plus loin

- Il manque une caractérisation intrinsèque à chaque image.
- Toutes les informations disponibles n'ont pas encore été prises en compte.



Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Exemple d'erreurs



Siège social
43 boulevard Vauban
78280 GUYANCOURT

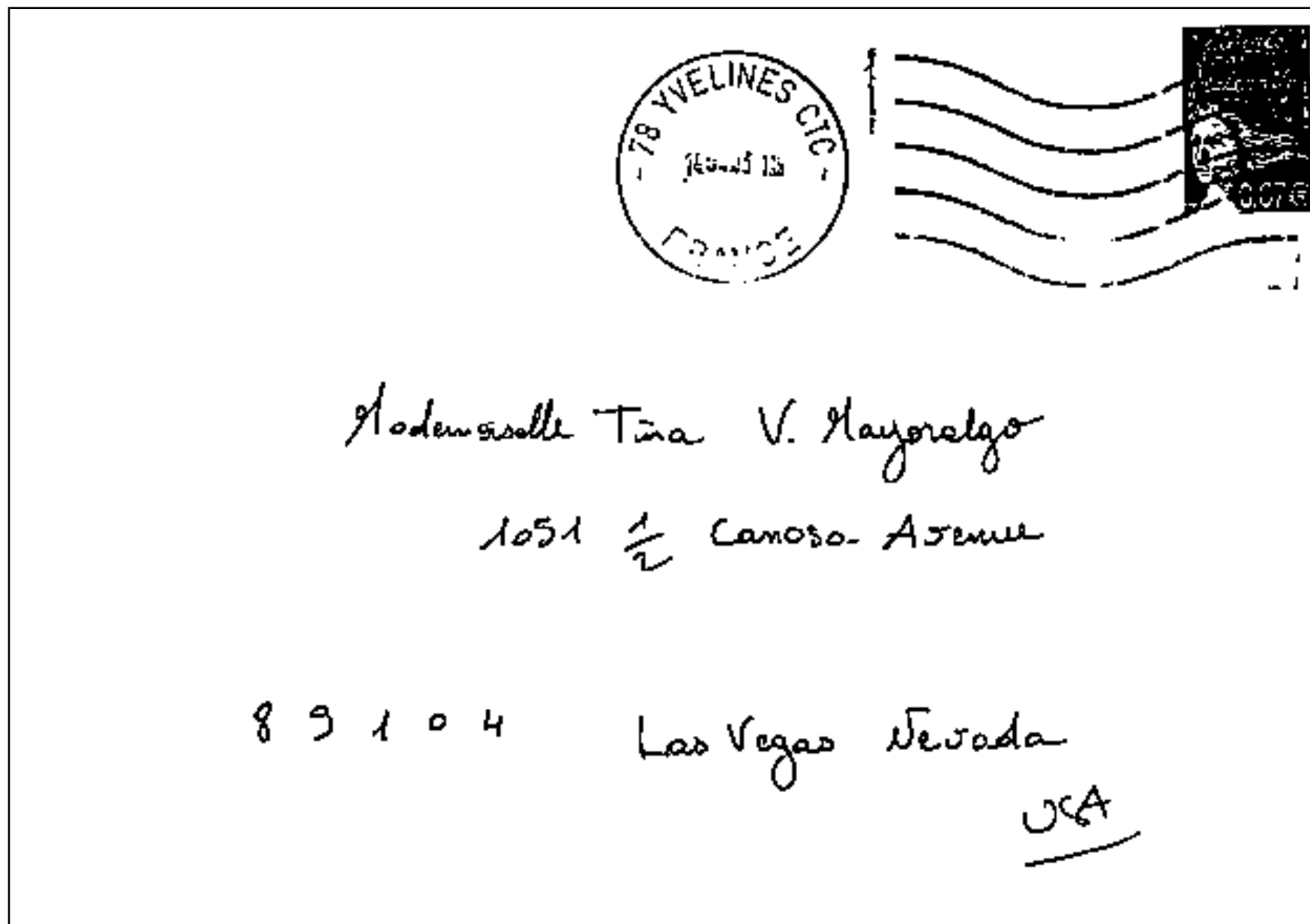
Adresse postale
9 rue Jean d'Alembert
78190 TRAPPES

TRAPPES CC
YVELINES
14-04-03
8212 CC 005261
A92644 780660

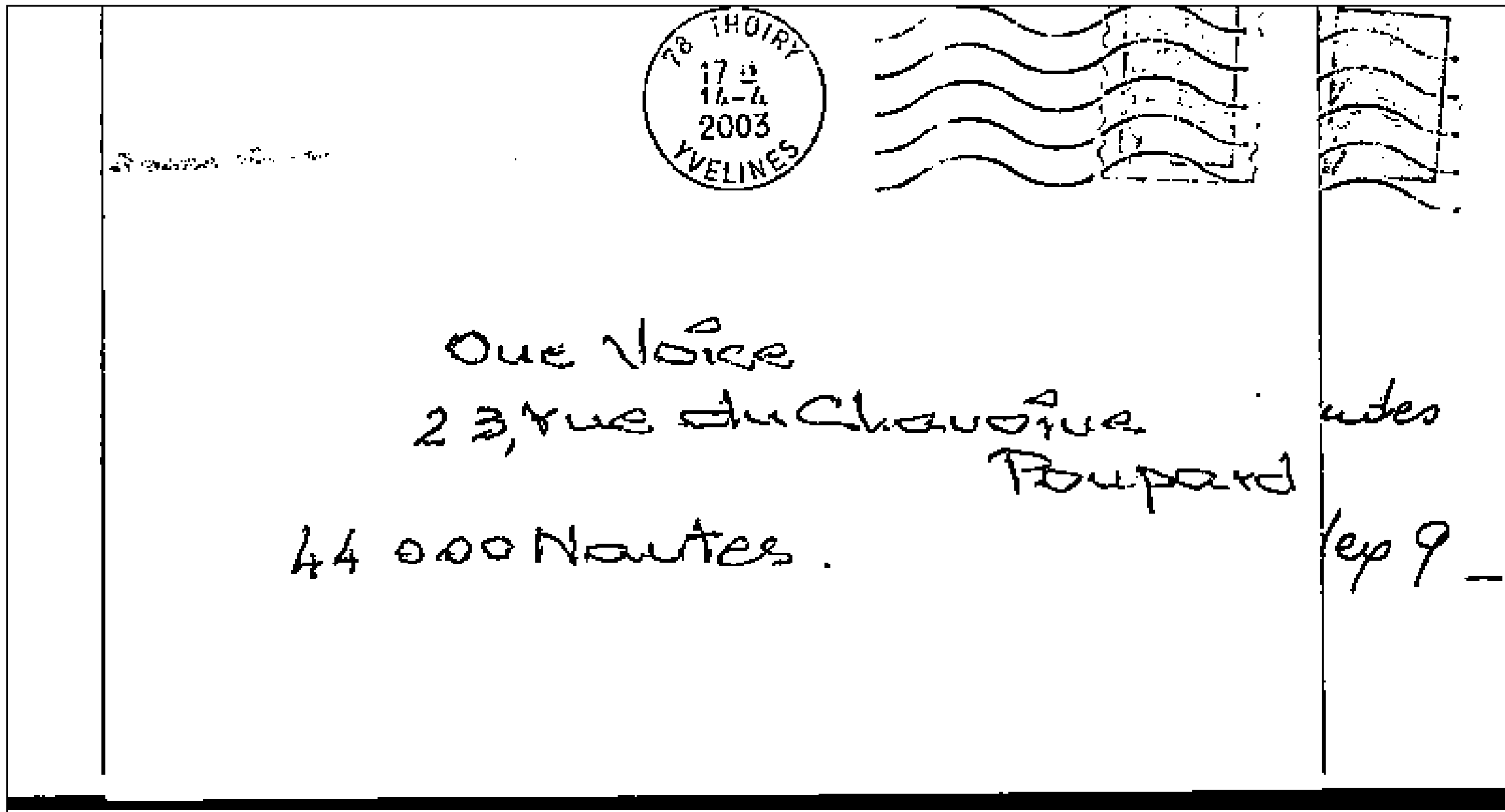
€ R.F.
LA POSTE
00046
VD 116713

France Telecom Cable BP 25101 57073 METZ CEDEX 3	
3 - ETABLISSEMENT TENEUR DU COMPTE A DEBITER (Nom et adresse de la banque de l'abonné) BNP PARIBAS	
N°	Rue :
Code Postal : 57000	Ville : METZ

Exemple d'erreurs



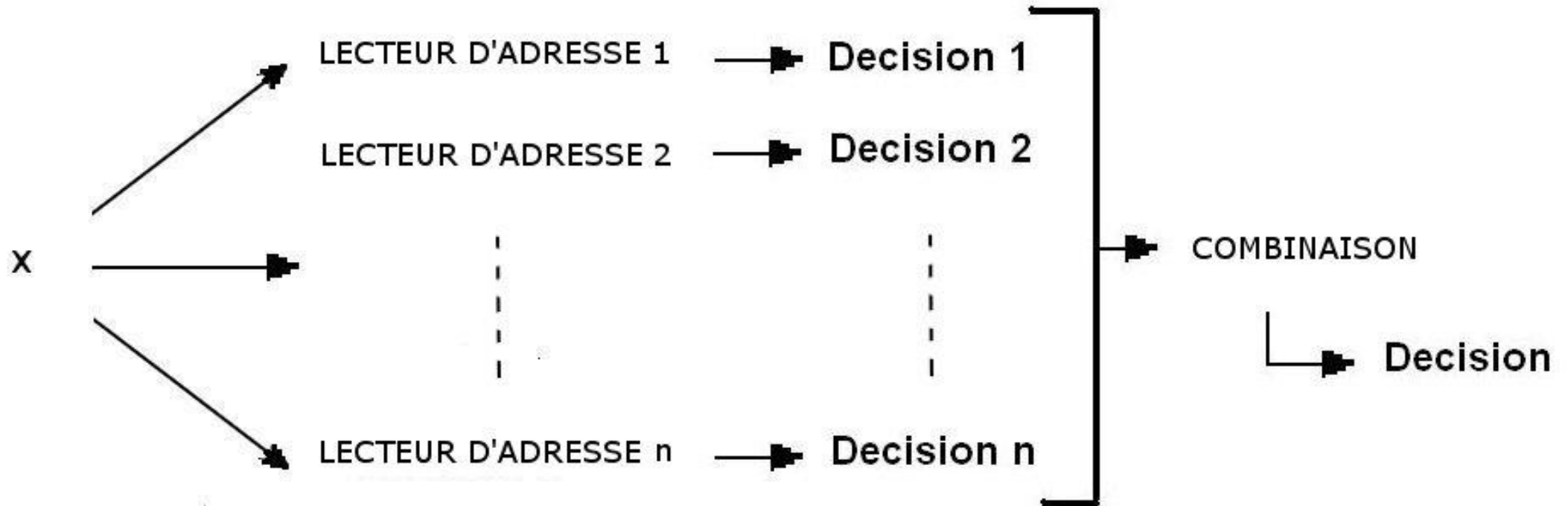
Exemple d'erreurs



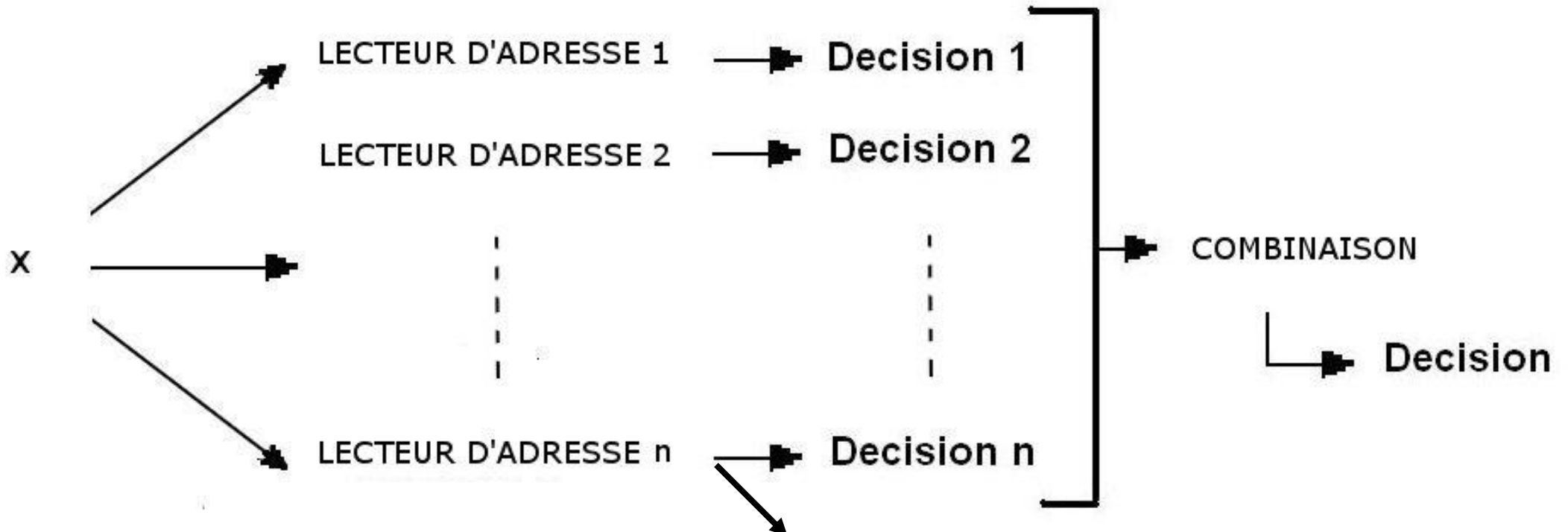
Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Extension du modèle (la suite)



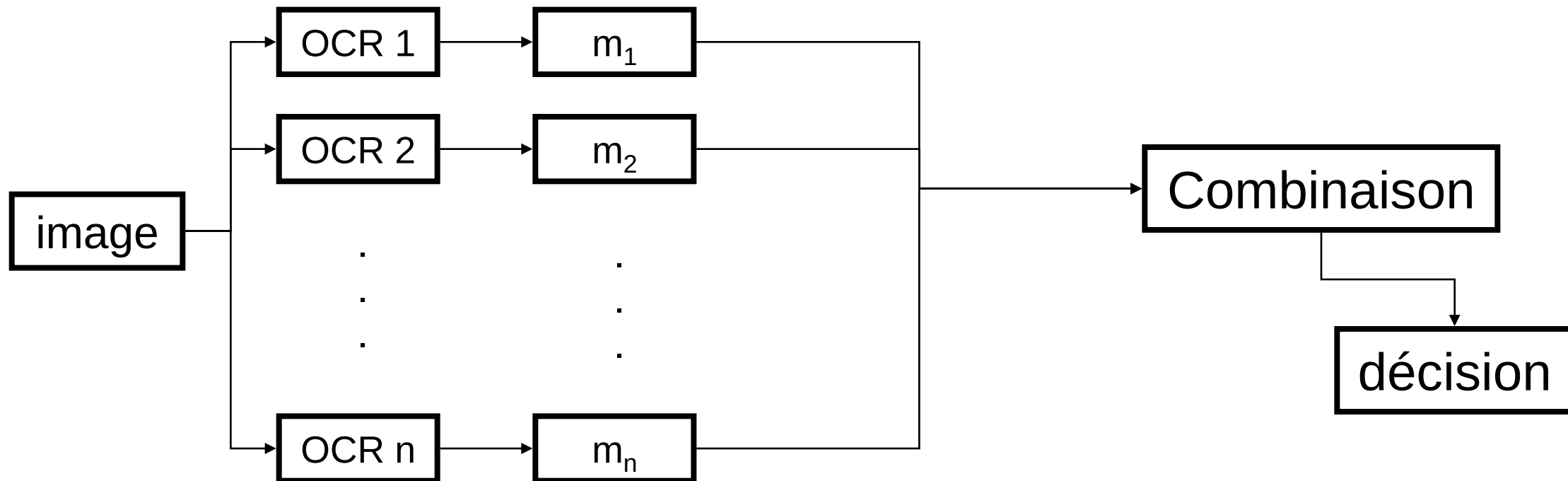
Extension du modèle (la suite)



- + scores de reconnaissance
- + connaissances des algorithmes employés
- + avis d'experts
- + ...

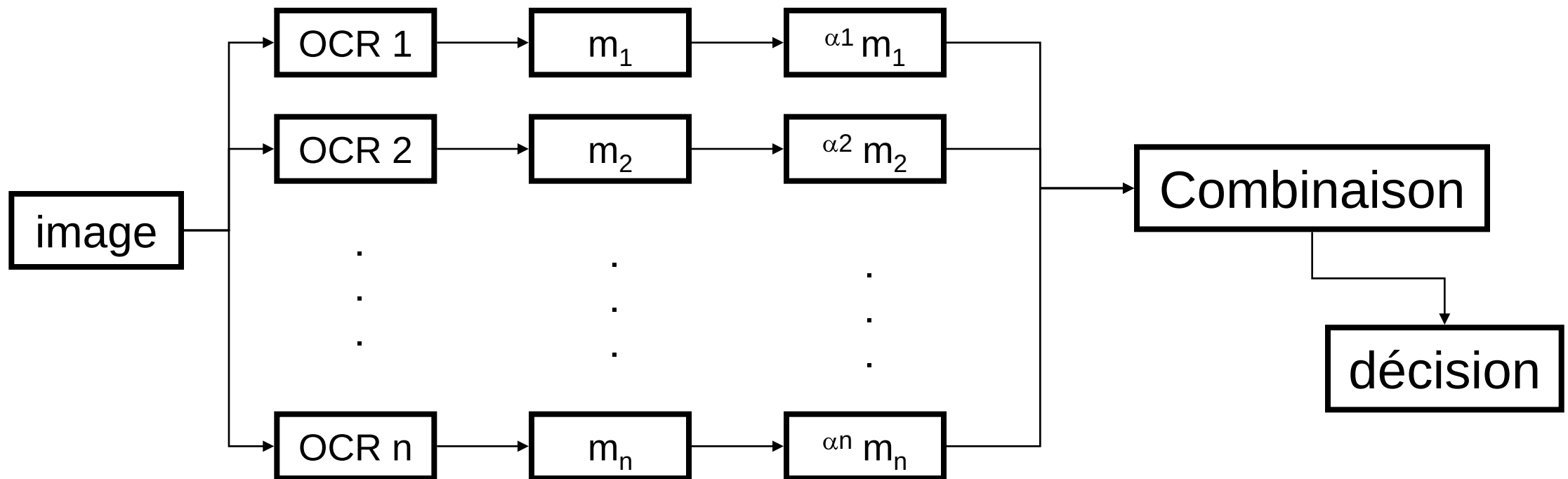
Extension du modèle

- Idée : les données supplémentaires (scores de confiance) viennent renforcer ou atténuer les masses initialisées par les données statistiques issues d'un apprentissage.
- Modèle précédent :



Extension du modèle

- Idée : les données supplémentaires (scores de confiance) viennent renforcées ou atténuées les masses initialisées par les données statistiques issues d'un apprentissage.
- Extension : avec α_i fonction des scores de confiance recueillis pour chaque OCR.



Extension du modèle / calcul des α_i

- Choisir les α_i minimisant une distance entre la décision réalisée à partir de la fonction de croyance résultante de la combinaison des masses dépendantes des α_i et la vérité (principe de l'approche « *expert tuning* »).
- Exemple :
 - Soit un ensemble d'apprentissage de n objets $o_1, \dots, o_n$, où chaque objet o_i appartient à une des K classes de $\Omega = \{\omega_1, \dots, \omega_K\}$.
 - La classe réelle de chaque objet o_i est décrite par la fonction $\delta_{i,k}$, avec $\delta_{i,k} = 1$ si l'objet o_i appartient à la classe ω_k , et $\delta_{i,k} = 0$ sinon.
 - Pour chaque objet o_i , un capteur ou un expert S fournit une masse $m_S^\Omega\{o_i\}$, décrivant ses croyances à propos de la classe de l'objet o_i .

Extension du modèle / calcul des α_i

- Exemple (suite) :
 - une distance est alors donnée par :

$$E_{bet}(\alpha) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K (\alpha \text{Bet} P^{\Omega} \{o_i\}(\omega_k) - \delta_{i,k})^2$$

- ou :

$$E_{pl}(\alpha) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K (\alpha pl^{\Omega} \{o_i\}(\{\omega_k\}) - \delta_{i,k})^2$$

Extension du modèle

- Exemple numérique :

	a	h	r	$\{a, h\}$	$\{a, r\}$	$\{h, r\}$	Ω	vérité
$m_{S_1}\{o_1\}$	0	0	0.5	0	0	0.3	0.2	a
$m_{S_1}\{o_2\}$	0	0.5	0.2	0	0	0	0.3	h
$m_{S_1}\{o_3\}$	0	0.4	0	0	0.6	0	0	a
$m_{S_1}\{o_4\}$	0	0	0	0	0.6	0.4	0	r
$m_{S_2}\{o_1\}$	0	0	0	0.7	0	0	0.3	a
$m_{S_2}\{o_2\}$	0.3	0	0	0.4	0	0	0.3	h
$m_{S_2}\{o_3\}$	0.2	0	0	0	0	0.6	0.2	a
$m_{S_2}\{o_4\}$	0	0	0	0	0	1	0	r

Extension du modèle

- Exemple numérique :

Amélioration individuelle
des capteurs :

$$S_1 : \alpha_1 = 0.66$$

$$S_2 : \alpha_2 = 0.52$$

	$\{a, h\}$	$\{a, r\}$	$\{h, r\}$	Ω	vérité
	0	0	0.3	0.2	a
	0	0	0	0.3	h
	0	0	0	0	
	0	0	0	0	
$m_{S_2}\{o_1\}$	0	0	0	0.7	
$m_{S_2}\{o_2\}$	0.3	0	0	0.4	
$m_{S_2}\{o_3\}$	0.2	0	0	0	
$m_{S_2}\{o_4\}$	0	0	0	0	

Amélioration de la
combinaison de ces deux
capteurs :

$$S_1 : \alpha_1 = 0.28$$

$$S_2 : \alpha_2 = 0.12$$

Extension du modèle / affaiblissement

- Il y a équivalence entre
$$\begin{cases} {}^{\alpha} m (A) = (1 - \alpha) m(A), \text{ pour tout } A \subset \Omega \\ {}^{\alpha} m (\Omega) = (1 - \alpha) m(\Omega) + \alpha . \end{cases}$$
- et ${}^{\alpha} m = m \odot m_0$, avec $m_0 (\emptyset) = 1 - \alpha$, et $m_0 (\Omega) = \alpha$.
- L'information relative à la fiabilité de la source est représentée par la fonction de masse m_0
- Dans notre cas ne pourrait on pas apprendre une fonction de masse m_0 dont les éléments focaux sont issus de la sémantique des scores ? Par exemple, une interprétation d'un score de voisinage entre une réponse A et une réponse B ...

Extension du modèle / affaiblissement

- Indépendamment de ces scores, nous avons tout d'abord remarqué qu'une source pouvait avoir **plusieurs fiabilités** dépendantes d'un contexte : de la valeur prise par la variable d'intérêt.
- Exemple
 - Diagnostic médical et types de maladies.
 - Reconnaissance de cibles et propriétés des cibles.
 - Reconnaissance du courrier et propriétés de ce courrier.
- Ainsi nous avons étendu la notion d'affaiblissement classique à celle d'affaiblissement contextuel.

Rappel sur l'affaiblissement classique

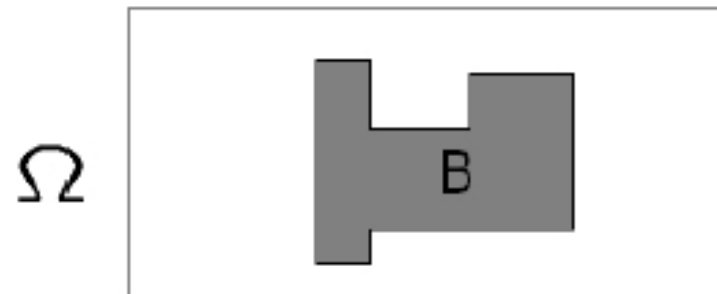
- Une source S , m^Ω_S , peut être **fiable** (R) ou **non fiable** (NR).
- Un agent rationnel U possède une croyance sur la fiabilité de S quantifiée par m^{R_U} , où $R = \{R, NR\}$.
- Croyance sur la fiabilité de la source : $m^{R_U}(R) = 1 - \alpha = \beta$ et $m^{R_U} = \alpha$.
- Interprétation de la fiabilité de S :
 - Si S est fiable : $m^{R_U}[R] = m^\Omega_S$,
 - Si S est non fiable : $m^{R_U}[NR](\Omega) = 1$.
- Combinaison de m^{R_U} et $m^{R_U}[R]$:

$${}^\alpha m^\Omega = m_U^\Omega [m_S^\Omega, m_U^R] = \left(m_U^{R \uparrow \Omega \times R} \odot m_U^\Omega [R]^{\uparrow \Omega \times R} \right)^{\downarrow \Omega}$$

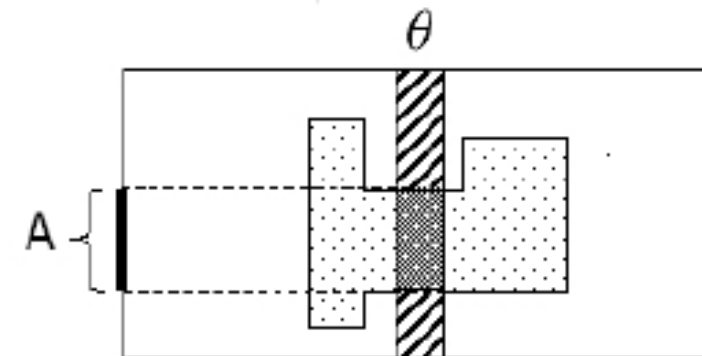
(Rappel sur le déconditionnement dans le cas d'un espace produit)

$$m^{\Omega}[\theta] = (m^{\Omega \times \Theta} \oslash m_{\theta}^{\Theta \uparrow \Omega \times \Theta}) \downarrow^{\Omega}$$

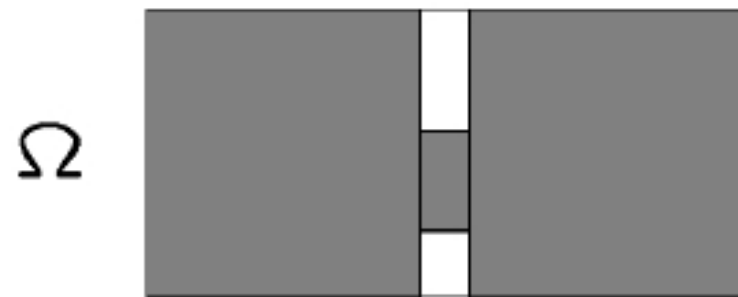
$m^{\Omega \times \Theta}$ $\ominus$



Conditioning



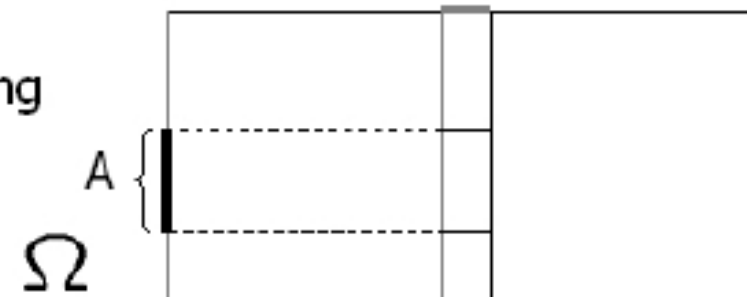
$m^{\Omega}[\theta] \uparrow^{\Omega \times \Theta}$ $\ominus$



Deconditioning



$m^{\Omega}[\theta]$ $\ominus$



Rappel sur l'affaiblissement classique

- Après projection :
 ${}^{\alpha} m (A) = (1 - \alpha) m(A),$ pour tout $A \subset \Omega$
 ${}^{\alpha} m (\Omega) = (1 - \alpha) m(\Omega) + \alpha .$
- Matrice de généralisation associée : ${}^{\alpha} m = \Gamma . M$

avec $\Gamma =$

$$\begin{pmatrix} \beta & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \beta & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \beta & 0 \\ \alpha & \alpha & \dots & \alpha & 1 \end{pmatrix}$$

Rappel sur l'affaiblissement classique

- Après projection :
 ${}^{\alpha} m (A) = (1 - \alpha) m(A), \text{ pour tout } A \subset \Omega$
 ${}^{\alpha} m (\Omega) = (1 - \alpha) m(\Omega) + \alpha .$
- Matrice de généralisation associée : ${}^{\alpha} m = \Gamma . M$

avec $\Gamma =$

$$\begin{pmatrix} \beta & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \beta & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \beta & 0 \\ \alpha & \alpha & \dots & \alpha & 1 \end{pmatrix}$$

m_0

Affaiblissement contextuel

- Croyance sur la fiabilité de la source S conditionnellement à chaque valeur possible de la variable d'intérêt :

$$\forall k = 1, \dots, K,$$

$$\begin{cases} m_U^{\mathcal{R}}[\omega_k](\{R\}) &= \beta_k, \\ m_U^{\mathcal{R}}[\omega_k](\mathcal{R}) &= \alpha_k, \end{cases}$$

avec $\beta_k = 1 - \alpha_k$.

- $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_K)$ est un vecteur de taux d'affaiblissement.
- Combinaison de $K + 1$ évidences non vagues :

$$m_U^{\Omega}[R] = m_S^{\Omega}, \text{ and } m_U^{\mathcal{R}}[\omega_k] \text{ with } k = 1, \dots, K.$$

$$\alpha m_U^{\Omega} = m_U^{\Omega} [m_S^{\Omega}, m_U^{\mathcal{R}}[\omega_1], \dots, m_U^{\mathcal{R}}[\omega_K]] = (m_U^{\Omega}[R]^{\uparrow \Omega \times \mathcal{R}} \odot m_U^{\mathcal{R}}[\omega_1]^{\uparrow \Omega \times \mathcal{R}} \odot \dots \odot m_U^{\mathcal{R}}[\omega_K]^{\uparrow \Omega \times \mathcal{R}})^{\downarrow \Omega}.$$

Affaiblissement contextuel

Expression de α_{m^Ω} :

$$\alpha_{m^\Omega}(A) = \underbrace{\prod_{\omega_\ell \in \bar{A}} \beta_\ell}_{\text{Fiabilités sur } \bar{A}} \left(m_S^\Omega(A) + \sum_{B \subset A} \underbrace{\left(\prod_{\omega_k \in A \setminus B} \alpha_k \right)}_{\text{Absence fiabilités sur } A \setminus B} m_S^\Omega(B) \right)$$

ou,

$$\alpha_{m^\Omega}(A) = \sum_{B \subseteq A} \alpha_G(A, B) m_S^\Omega(B), \quad \forall A \subseteq \Omega,$$

avec:

$$\alpha_G(A, B) = \begin{cases} 1 & \text{if } B = A = \Omega, \\ \prod_{\omega_k \in A \setminus B} \alpha_k \prod_{\omega_\ell \in \bar{A}} \beta_\ell & \text{else, if } B \subseteq A, \\ 0 & \text{else.} \end{cases}$$

Affaiblissement contextuel

Exemple: matrice de généralisation associée dans le cas $K = 3$.

$A \setminus B$	$\emptyset$	$\{\omega_1\}$	$\{\omega_2\}$	$\{\omega_1, \omega_2\}$	$\{\omega_3\}$	$\{\omega_1, \omega_3\}$	$\{\omega_2, \omega_3\}$	Ω
$\emptyset$	$\beta_1\beta_2\beta_3$							
$\{\omega_1\}$	$\alpha_1\beta_2\beta_3$	$\beta_2\beta_3$						
$\{\omega_2\}$	$\beta_1\alpha_2\beta_3$		$\beta_1\beta_3$					
$\{\omega_1, \omega_2\}$	$\alpha_1\alpha_2\beta_3$	$\alpha_2\beta_3$	$\alpha_1\beta_3$	β_3				
$\{\omega_3\}$	$\beta_1\beta_2\alpha_3$				$\beta_1\beta_2$			
$\{\omega_1, \omega_3\}$	$\alpha_1\beta_2\alpha_3$	$\beta_2\alpha_3$			$\alpha_1\beta_2$	β_2		
$\{\omega_2, \omega_3\}$	$\beta_1\alpha_2\alpha_3$		$\beta_1\alpha_3$		$\beta_1\alpha_2$		β_1	
Ω	$\alpha_1\alpha_2\alpha_3$	$\alpha_2\alpha_3$	$\alpha_1\alpha_3$	α_3	$\alpha_1\alpha_2$	α_2	α_1	1

m_0

Retour sur l'apprentissage automatique

- Exemple numérique :

	a	h	r	$\{a, h\}$	$\{a, r\}$	$\{h, r\}$	Ω	vérité
$m_{S_1}\{o_1\}$	0	0	0.5	0	0	0.3	0.2	a
$m_{S_1}\{o_2\}$	0	0.5	0.2	0	0	0	0.3	h
$m_{S_1}\{o_3\}$	0	0.4	0	0	0.6	0	0	a
$m_{S_1}\{o_4\}$	0	0	0	0	0.6	0.4	0	r
$m_{S_2}\{o_1\}$	0	0	0	0.7	0	0	0.3	a
$m_{S_2}\{o_2\}$	0.3	0	0	0.4	0	0	0.3	h
$m_{S_2}\{o_3\}$	0.2	0	0	0	0	0.6	0.2	a
$m_{S_2}\{o_4\}$	0	0	0	0	0	1	0	r

Retour sur l'apprentissage automatique

- Exemple numérique :

Amélioration individuelle
des capteurs :

$$S_1 : \alpha_1 = (0.24, 0, 0)$$

$$S_2 : \alpha_2 = (0.26, 0, 0)$$

Amélioration de la
combinaison de ces deux
capteurs :

$$S_1 : \alpha_1 = (0.45, 0, 0)$$

$$S_2 : \alpha_2 = (0.39, 1, 0)$$

= 1 – capacité à détecter des avions

= 1 – capacité à détecter des hélicoptères

= 1 – capacité à détecter des roquettes

Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Plan

1. Introduction au domaine postal et définitions
2. Intérêts de l'utilisation de la théorie des fonctions de croyance
3. Un modèle de base
4. Extensions
5. Conclusion

Conclusion

- Le modèle des fonctions de croyance est bien adapté à notre problématique :
 - toutes les informations mêmes hétérogènes à notre disposition peuvent être représenter, manipuler et confronter;
 - la mesure de conflit peut nous aider à revoir notre modèle (création des éléments focaux, gestion de la combinaison);
- Tous les outils n'ont pas encore été exploités.

Fin

*Bon
appétit*

*Merci
de votre attention*