

Plan

Introduction

Formalisme des
Réseaux
Bayésiens

Applications

Club de Rencontre AppliBUGS



“Equations Structurelles Probabilistes”

Lionel Jouffe – Bayesia

04/06/2009

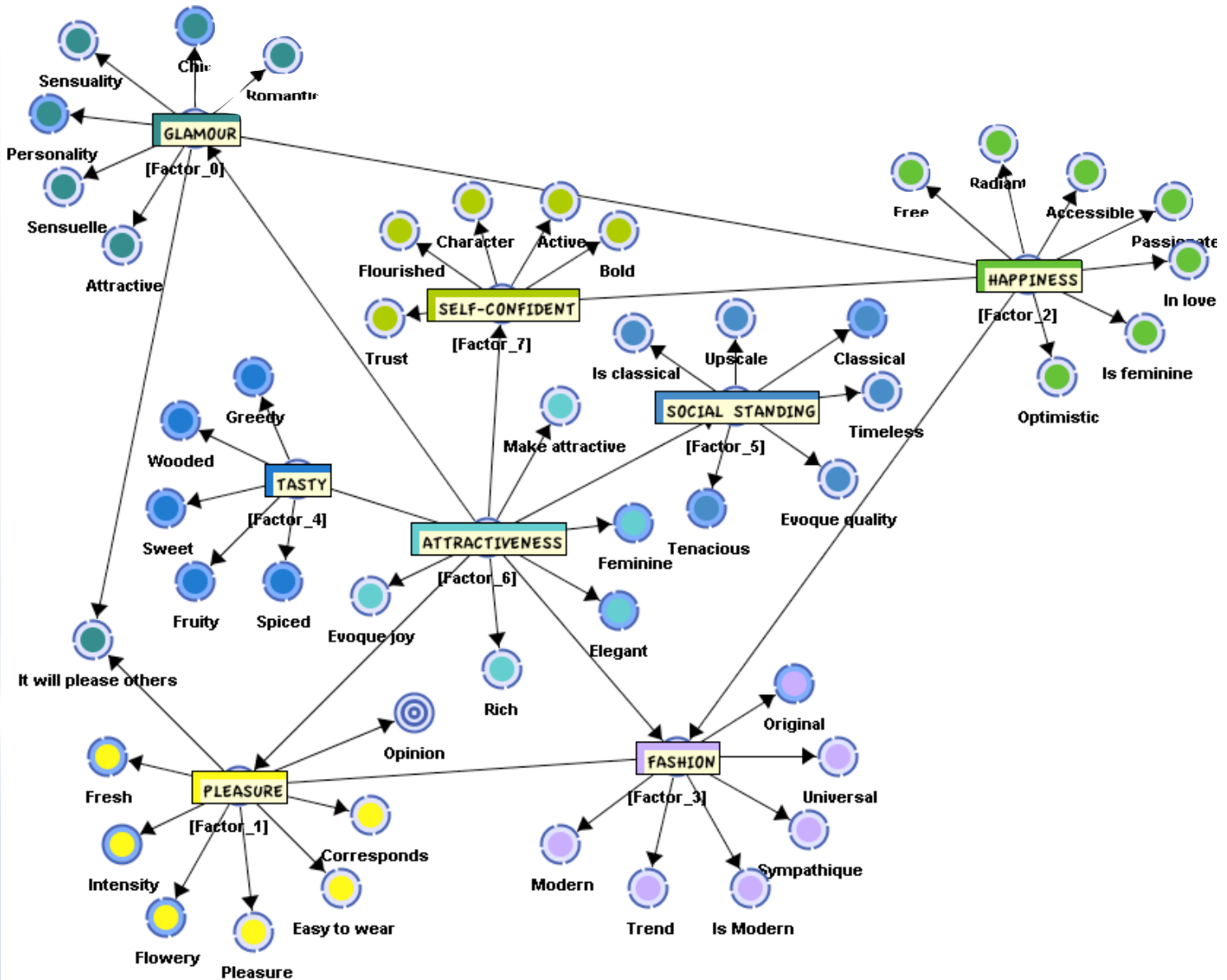


Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications



Plan



Introduction

Formalisme des
Réseaux
Bayésiens

Applications

INTRODUCTION

Plan



Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Outil de modélisation des connaissances incertaines

Repose à la fois sur la théorie des graphes et la théorie des probabilités

Elaboration par expertise :

- systèmes experts probabilistes



Apprentissage automatique à partir des bases de données :

- analyse de données, data mining

Plan



Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

1763 : Théorème de Bayes

$$P(A|B) = P(B|A)P(A)/P(B)$$



1988 : Judea Pearl

“Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference”

1996 : **Los Angeles Times**

“L’avantage concurrentiel de Microsoft à moyen terme repose sur son expertise en réseaux Bayésiens”, Bill Gates

2004 : **AN MIT ENTERPRISE TECHNOLOGY REVIEW**
BUSINESS • OPPORTUNITY • IMPACT

Apprentissage des réseaux Bayésiens en 4^{ème} position des 10 technologies émergentes qui vont changer le monde

Plan

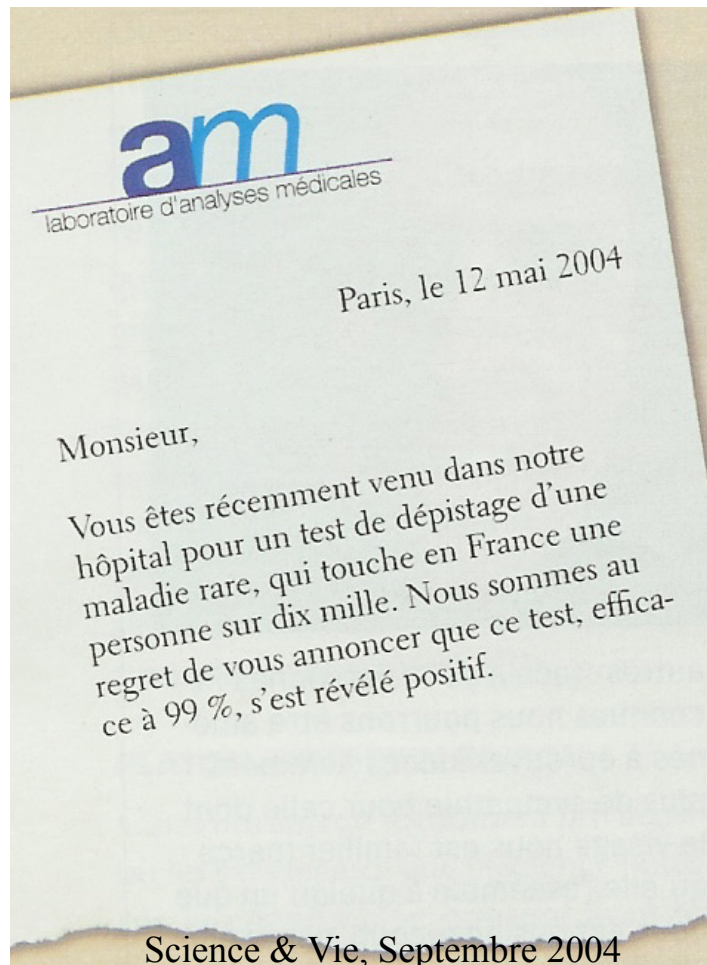


Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Lettre du laboratoire d'analyse



Selon vous, ayant reçu cette lettre avec ce résultat positif, qu'elle est la probabilité que vous soyez malade ?

Lettre du laboratoire d'analyse

Plan



Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications



Parmi les 9 999 autres personnes, "99.99 personnes" vont recevoir une lettre avec un résultat de test positif

Une personne parmi 10 000 est affectée.
Elle va recevoir "0.99 lettre" avec un résultat de test positif

Lettre du laboratoire d'analyse

Plan



Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

- Il y a un total de 0.99 + 99.99 lettres avec des résultats positifs
- Probabilité d'être affecté quand on reçoit une telle lettre :

$$0.99/(0.99+99.99) = 0.98\%$$

$$P(A|L) = \frac{P(L|A)P(A)}{P(L)}$$

$$P(A|L) = \frac{P(L|A)P(A)}{P(L|A)P(A) + P(L|\bar{A})P(\bar{A})}$$

Lettre du laboratoire d'analyse

Plan



Introduction

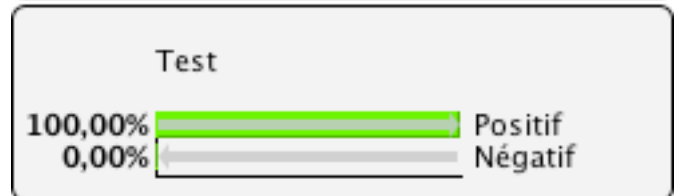
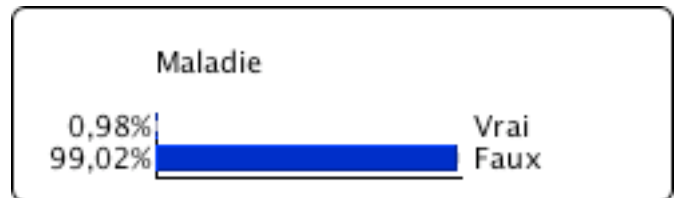
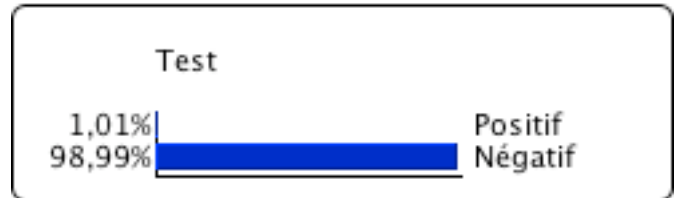
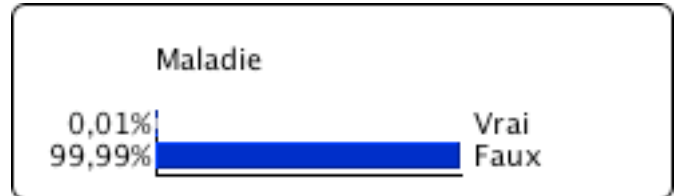
Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Vrai	Faux
0,010	99,990



Maladie	Positif	Négatif
Vrai	99,000	1,000
Faux	1,000	99,000



Plan

Introduction

 **Formalisme des Réseaux Bayésiens**

Applications

RÉSEAUX BAYÉSIENS

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Structure

Graphe orienté sans cycle (DAG), i.e. pas de boucle orientée

- Les nœuds représentent les variables du domaine
- Les arcs représentent les influences probabilistes directes entre les variables, éventuellement causales

Paramètres

Des distributions de probabilités sont associées à chaque nœud, généralement par le biais de tables

Plan

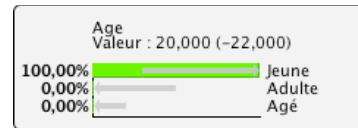
Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

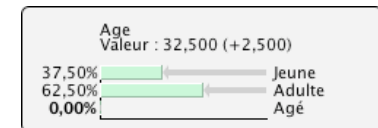
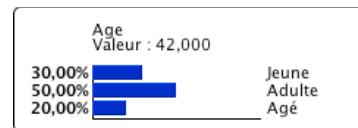
Applications

On dispose d'informations sur les valeurs d'un sous-ensemble de ces variables

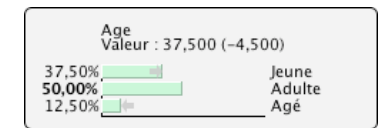
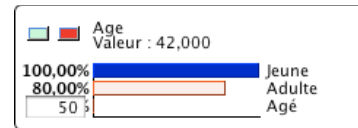
➤ Observations positives



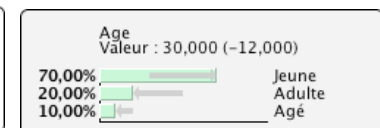
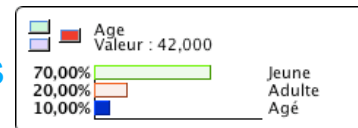
➤ Observations négatives



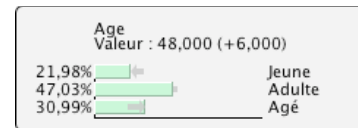
➤ Vraisemblances



➤ Distributions de probabilités (fixées ou non)



➤ Moyennes (fixées ou non)



On veut prendre en compte ces informations de manière rigoureuse pour caractériser les valeurs possibles des autres variables du domaine

➤ Distributions de probabilités sur leurs valeurs

➤ Inférence multi-directionnelle

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Modélisation par Brainstorming



Echanges productifs entre experts pouvant faciliter le consensus

Un système expert probabiliste avec de puissantes capacités de calcul et d'analyse

Permet de modéliser des situations rares ou non encore survenues

Construction automatique par Data Mining



Estimation/actualisation des paramètres d'un réseau

Découverte de la structure du réseau

- Valeurs manquantes
- Modalités censurées
- Prise en compte d'un réseau initial
- Focalisation sur une variable cible - Apprentissage supervisé
- Segmentation de données - Clustering
- Segmentation des variables
- Equations structurelles probabilistes

Plan

Introduction

**Formalisme des
Réseaux
Bayésiens**



Applications

APPLICATIONS

Plan

Introduction

Formalisme des
Réseaux
Bayésiens

Applications

Analyse de parfums avec des Equations Structurelles Probabilistes

Tests monadiques

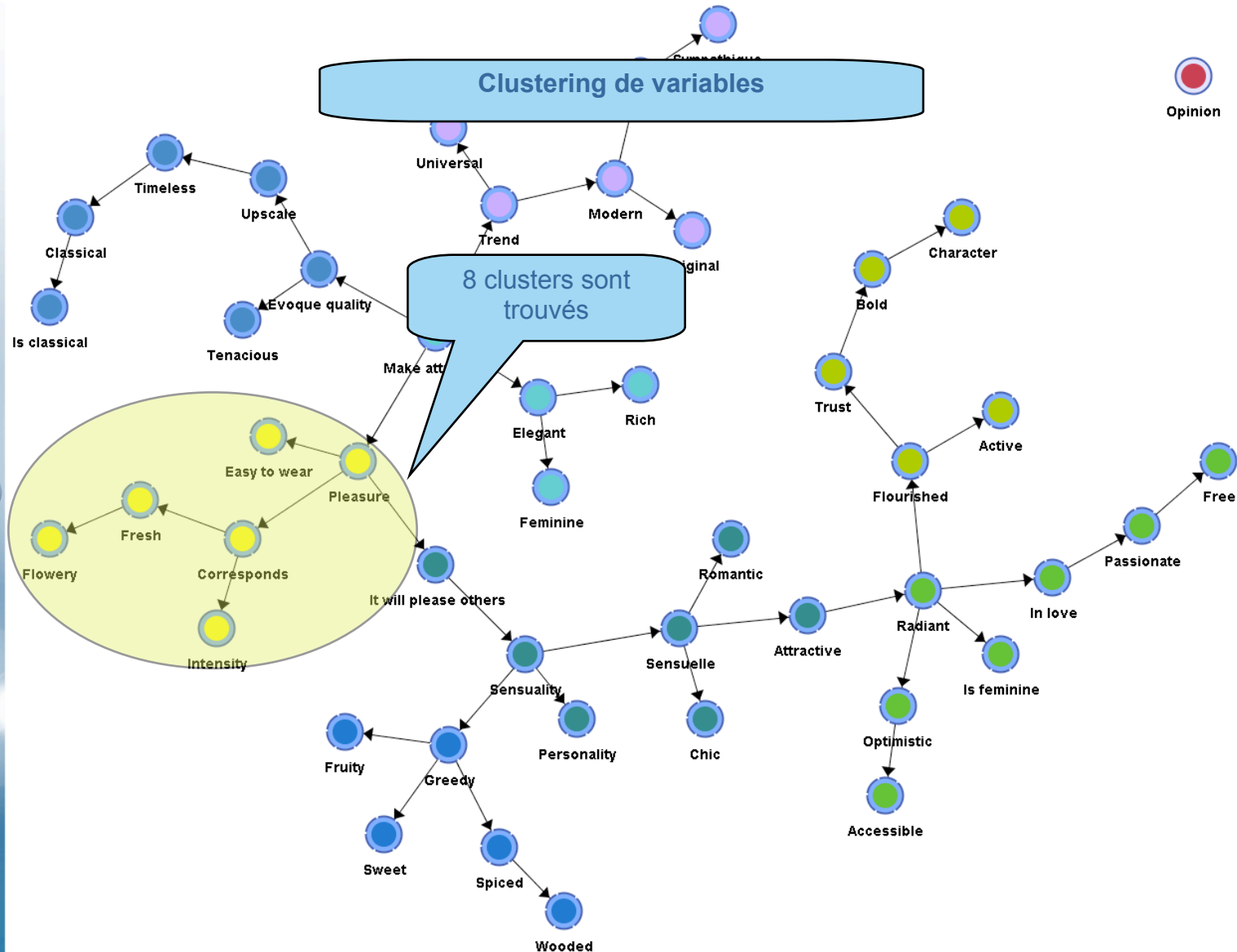
- L'opinion, la variable clé : 6 niveaux
- 46 variables manifestes : 10 niveaux discrétisés en 5 états
- 1 variable manifeste pour l'intensité du parfum : 5 niveaux

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications



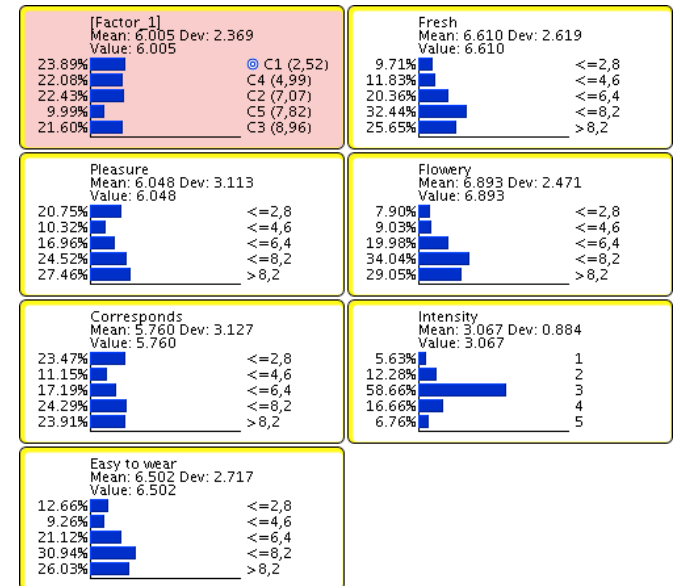
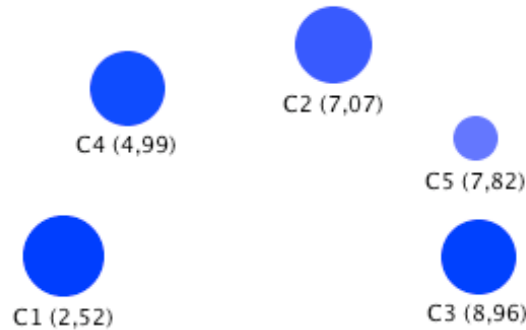
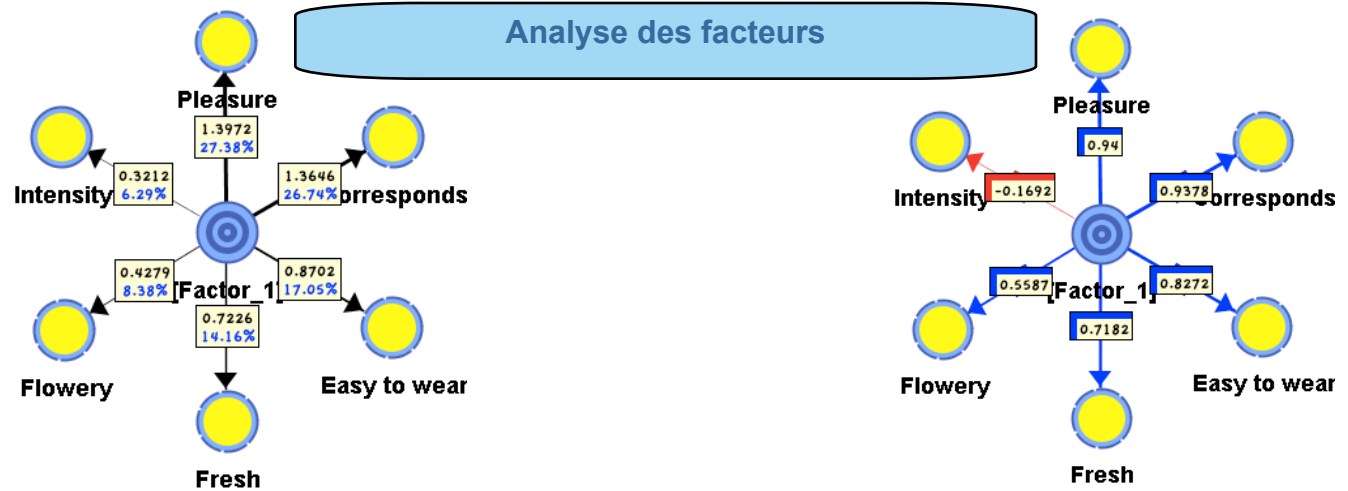


Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications





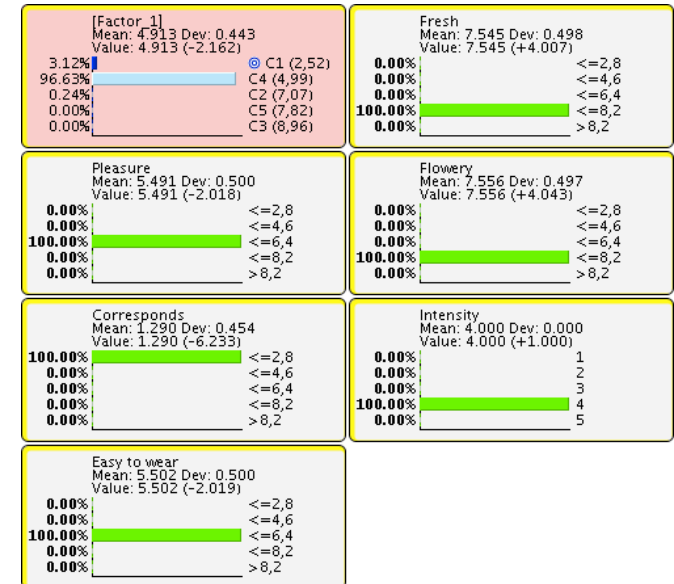
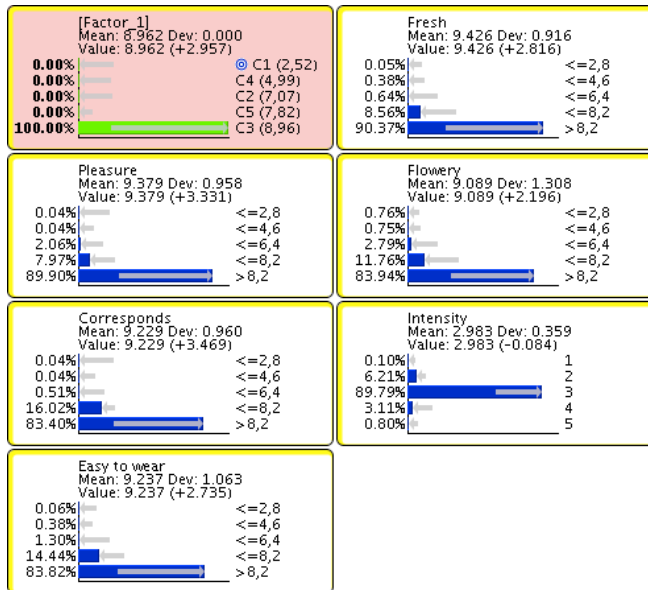
Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

PLEASURE
[Factor_1]





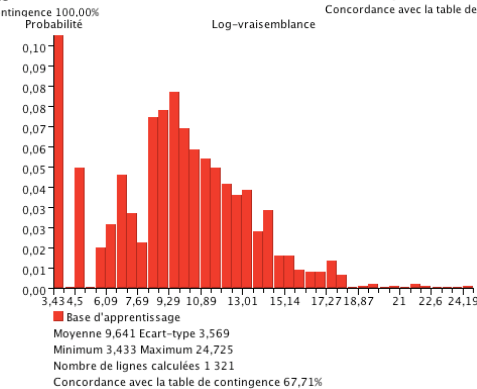
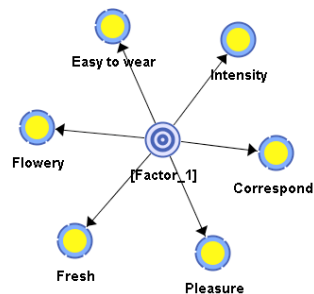
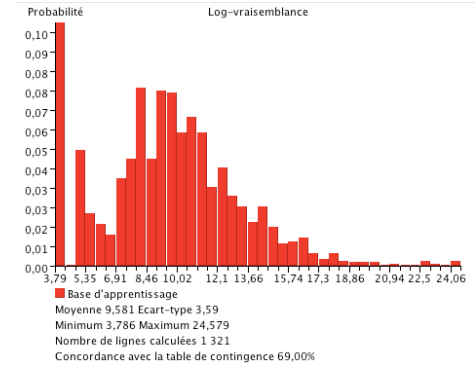
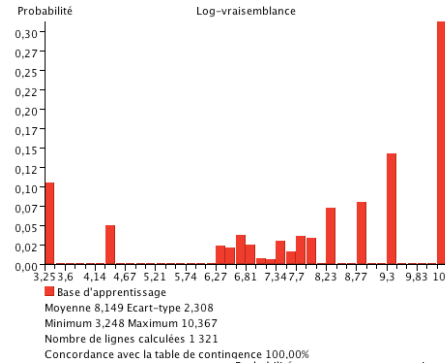
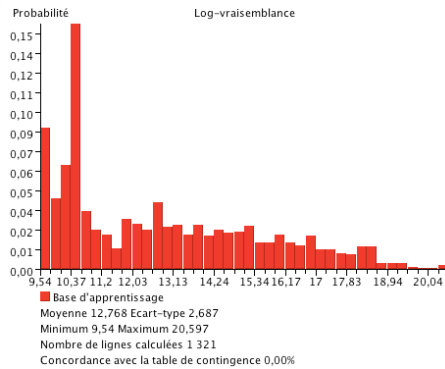
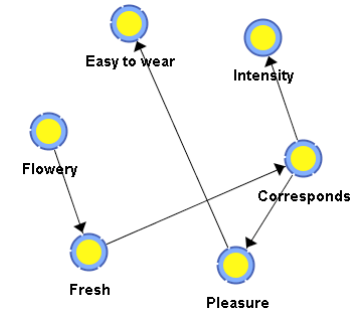
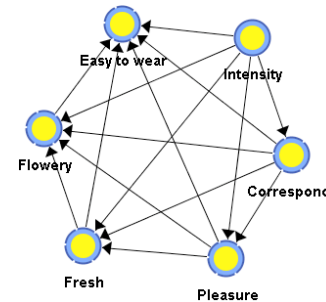
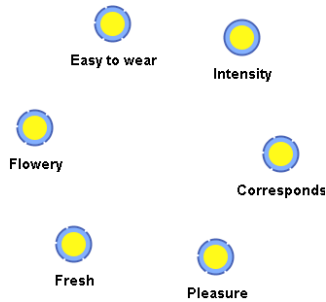
Mesure de qualité

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications



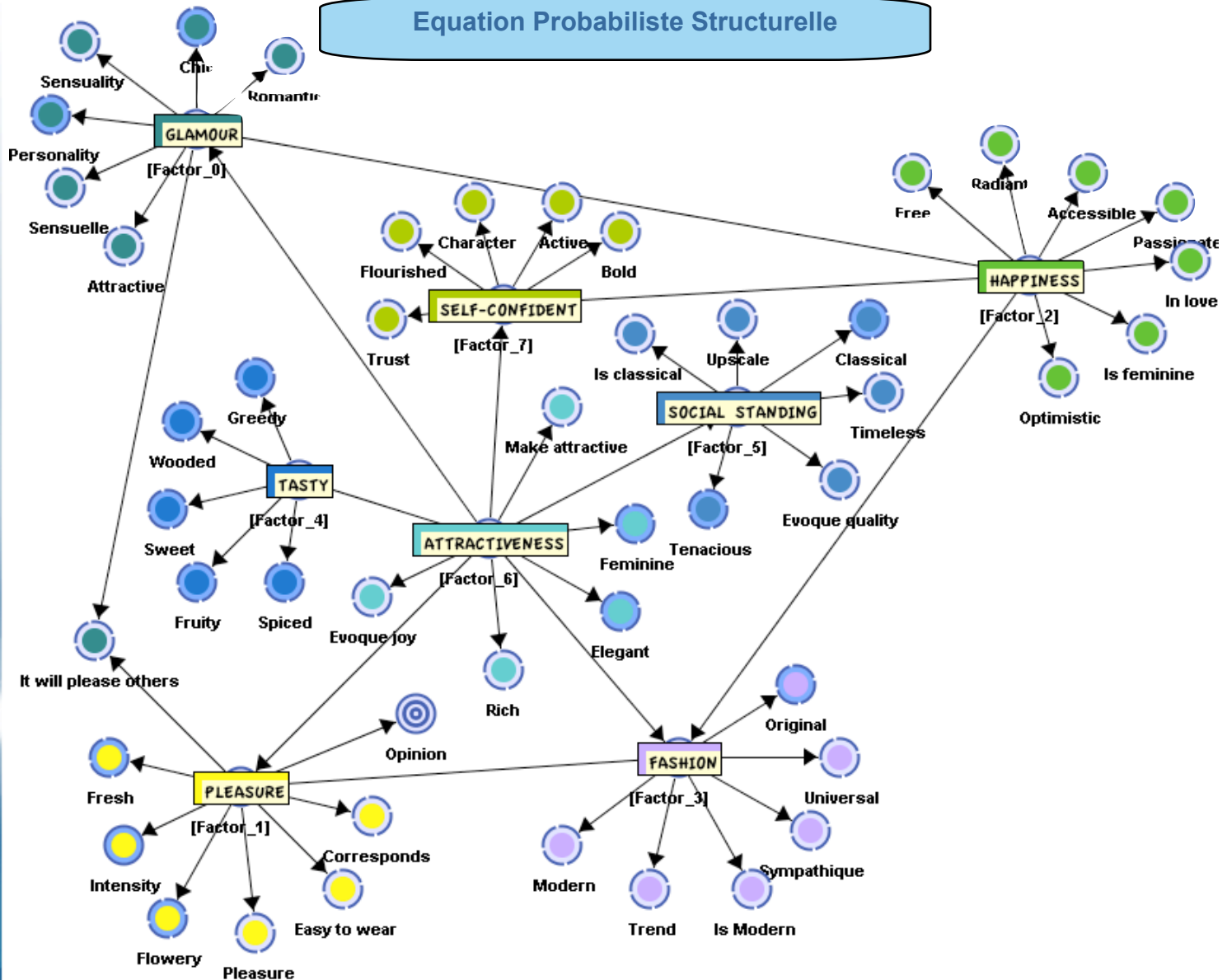
Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Equation Probabiliste Structurale





Plan

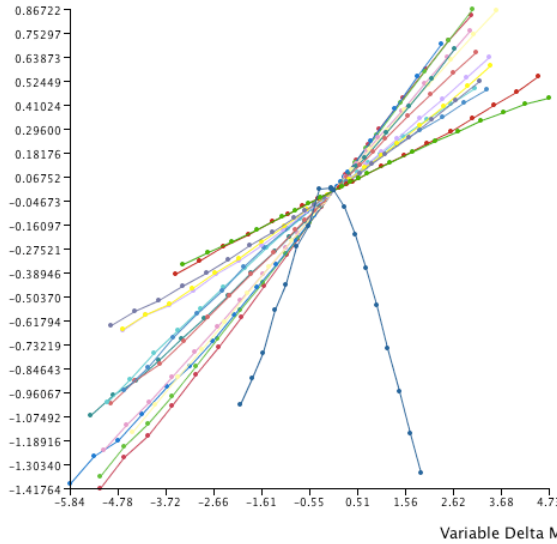
Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

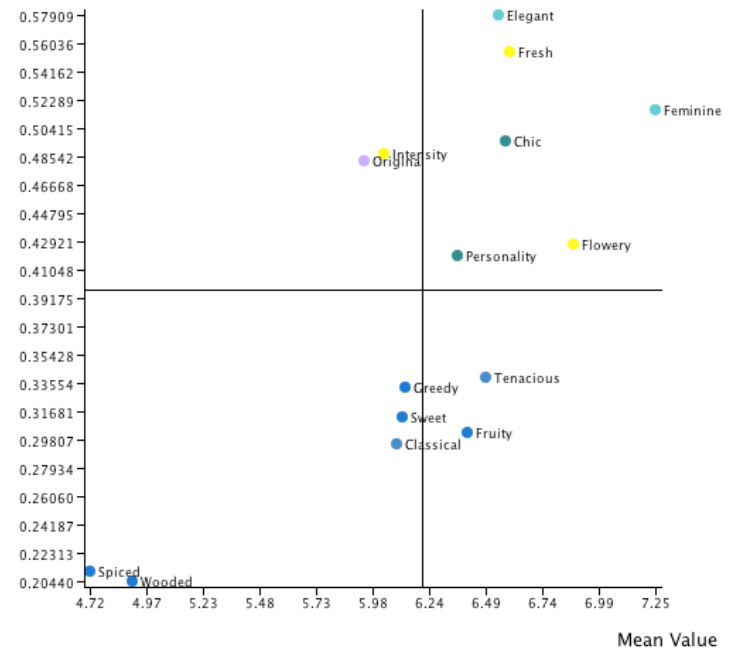
Analyse des drivers

Opinion Delta Mean



- Femme
- Chic
- Original
- Flowery
- Personality
- Tenacious
- Classical
- Greedy
- Sweet
- Fruity
- Wooded
- Spiced
- Intensity

Standardized Total Effect



Total Effects on Target Opinion

Node	Standardized Total Effect	Total Effect	G-test	Degrees of Freedom	p-value	G-test (Data)	Fre
Elegant	0.5791	0.2924	544.8334	20	0.00%	915.7322	
Fresh	0.5555	0.2806	516.4295	20	0.00%	645.5090	
Feminine	0.5165	0.2842	421.8483	20	0.00%	653.9175	
Chic	0.4958	0.2551	379.9918	20	0.00%	708.6047	
Original	0.4829	0.2508	366.5018	20	0.00%	640.0396	
Flowery	0.4274	0.2294	305.0973	20	0.00%	405.0697	
Personality	0.4207	0.2185	268.8100	20	0.00%	572.9994	
Tenacious	0.3401	0.1759	176.9959	20	0.00%	380.9229	
Greedy	0.3336	0.1716	168.0455	20	0.00%	664.0451	
Sweet	0.3137	0.1592	146.0693	20	0.00%	352.2011	
Fruity	0.3035	0.1486	137.5630	20	0.00%	498.0142	
Classical	0.2954	0.1656	135.6472	20	0.00%	332.2932	
Spiced	0.2119	0.1085	71.2995	20	0.00%	152.3202	
Wooded	0.2044	0.1081	64.7670	20	0.00%	185.1734	
Intensity	-0.1569	-0.2303	356.9999	20	0.00%	628.4367	

Analyse des politiques

Target Dynamic Profile Opinion : Value/Mean Maximization (A posteriori)

Opinion				
Node	Optimal State	Value/Mean	95% Credible Interval	Joint Probability
<i>A priori</i>		3.6536353	0.209093911	100.00%
Intensity	3	4.14056572	0.057757414	58.57%
Fresh	> 8,2 (5/5)	4.67596094	0.047137253	20.90%
Flowery	> 8,2 (5/5)	4.794844853	0.043263709	15.55%
Elegant	> 8,2 (5/5)	4.820325334	0.04242407	10.35%
Original	> 8,2 (5/5)	4.825451136	0.042330212	6.06%

Target Dynamic Profile Opinion : Value/Mean Maximization (A posteriori)

Opinion						
Node	Initial Value/Mean	Value/Mean At T	Final Value/Mean	Value/Mean	95% Credible Interval	Joint Probability
<i>A priori</i>				3.6536353	0.209093911	100.00%
Intensity	6.039068789	6.039068789	6.340975639	3.804874471	0.067200237	84.10%
Feminine	7.245489615	7.473596614	7.607741118	3.834546782	0.066686901	80.04%
Flowery	6.884112475	7.117596611	7.228300368	3.84821459	0.066585022	77.29%
Classical	6.097211082	6.277359478	6.402065737	3.853555827	0.066486314	72.68%
Fruity	6.408130677	6.630752583	6.728536767	3.857089888	0.066436034	70.78%

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

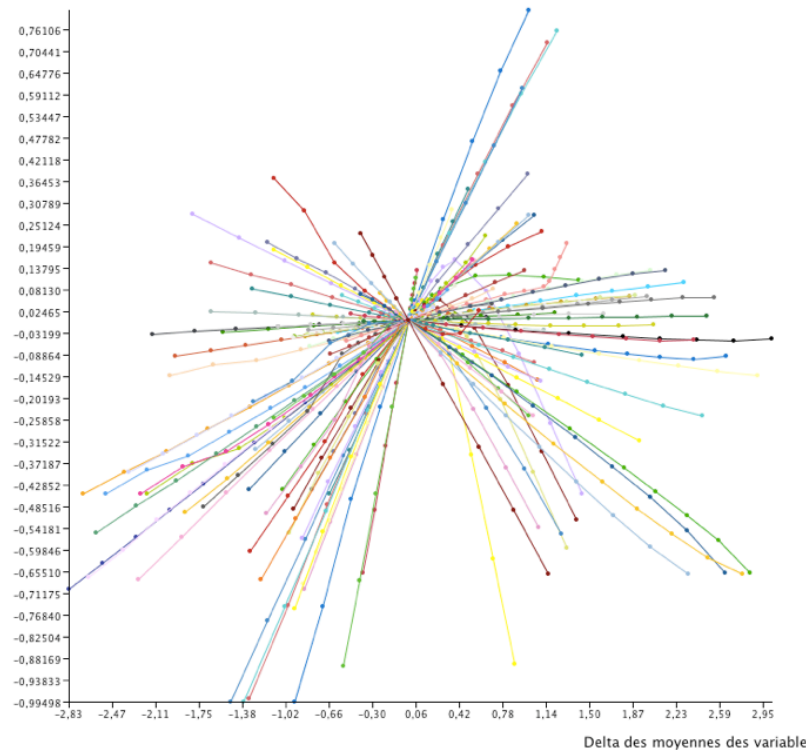
Applications

Analyse de produits laitiers

Tests monadiques portant sur 90% des produits du marché

- Plus de 1000 tests
- L'intention d'achat, la variable clé : 6 niveaux
- 55 variables manifestes : 5 à 6 niveaux discrétisés en 3 états

Delta de la moyenne de Intention d'Achat



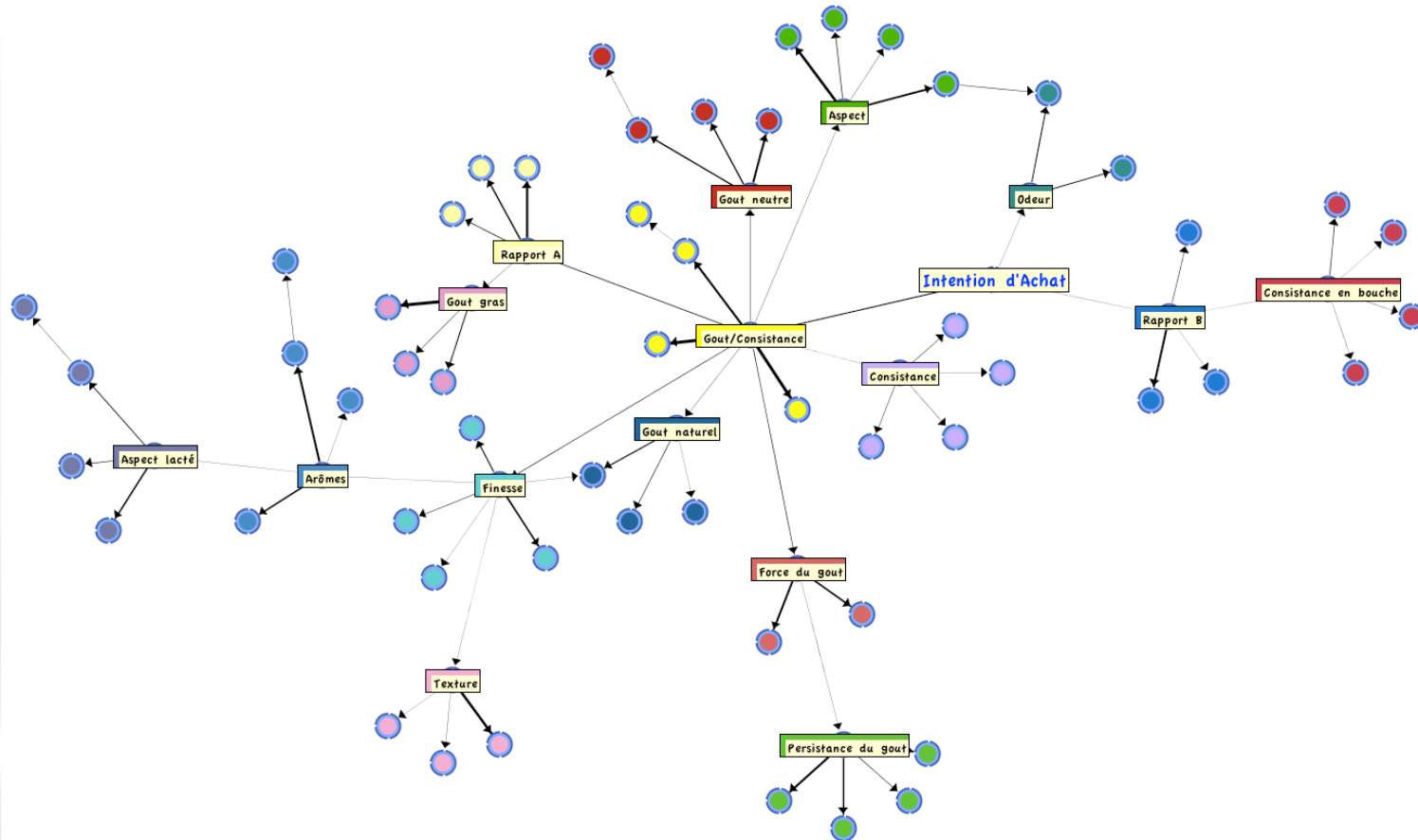
Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Découverte de 16 facteurs



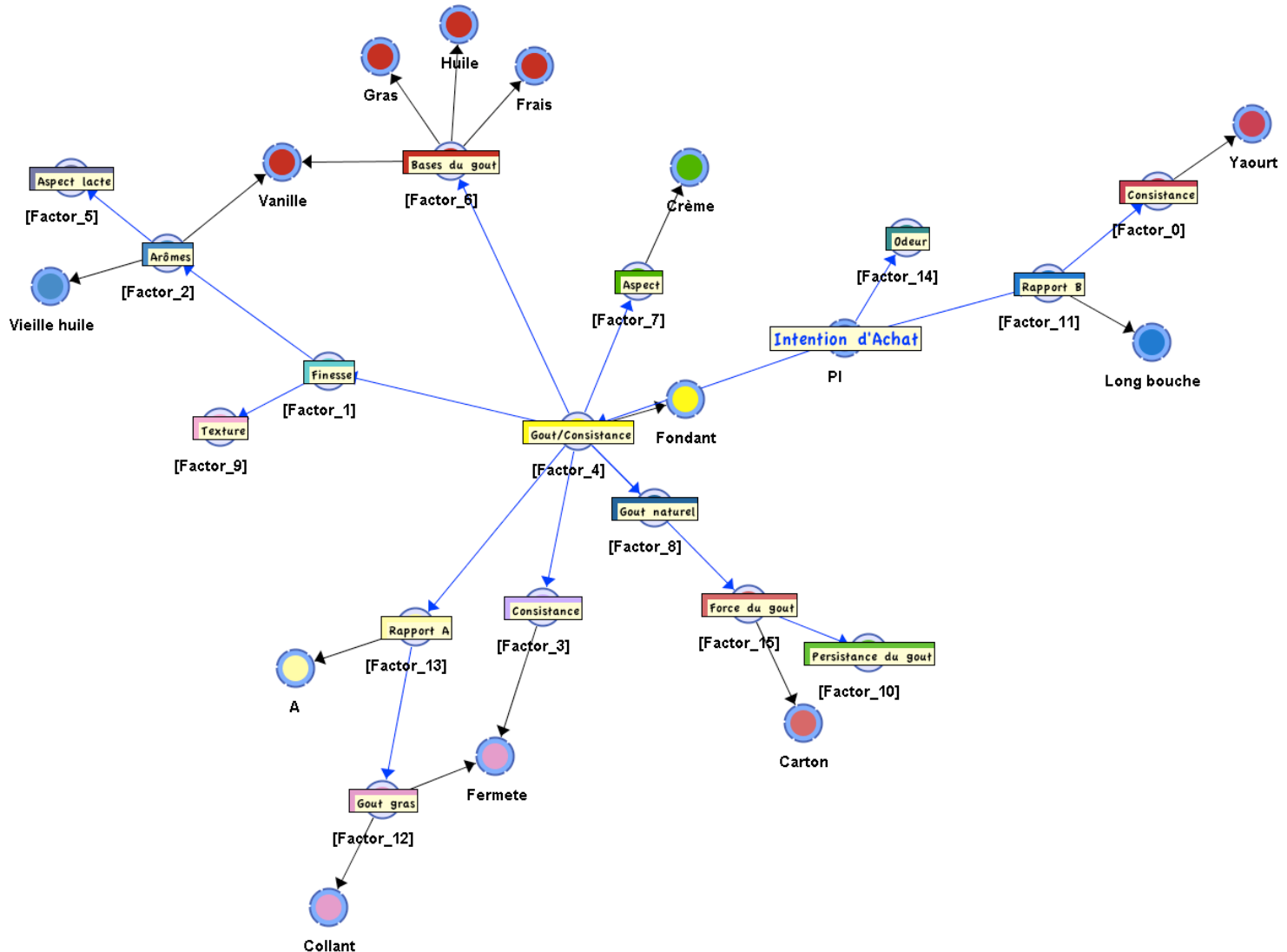
Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Liens avec les données d'experts sensoriels



Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Plan

Introduction

Formalisme des Réseaux Bayésiens

Applications

Adresse



BAYESIA SA

6 rue Léonard de Vinci BP0119
53001 LAVAL Cedex
France



Contact

Site Internet	www.bayesia.com
Courriel	jouffe@bayesia.com
Téléphone	+33(0)2 43 49 75 58
Fax	+33(0)2 43 49 75 83