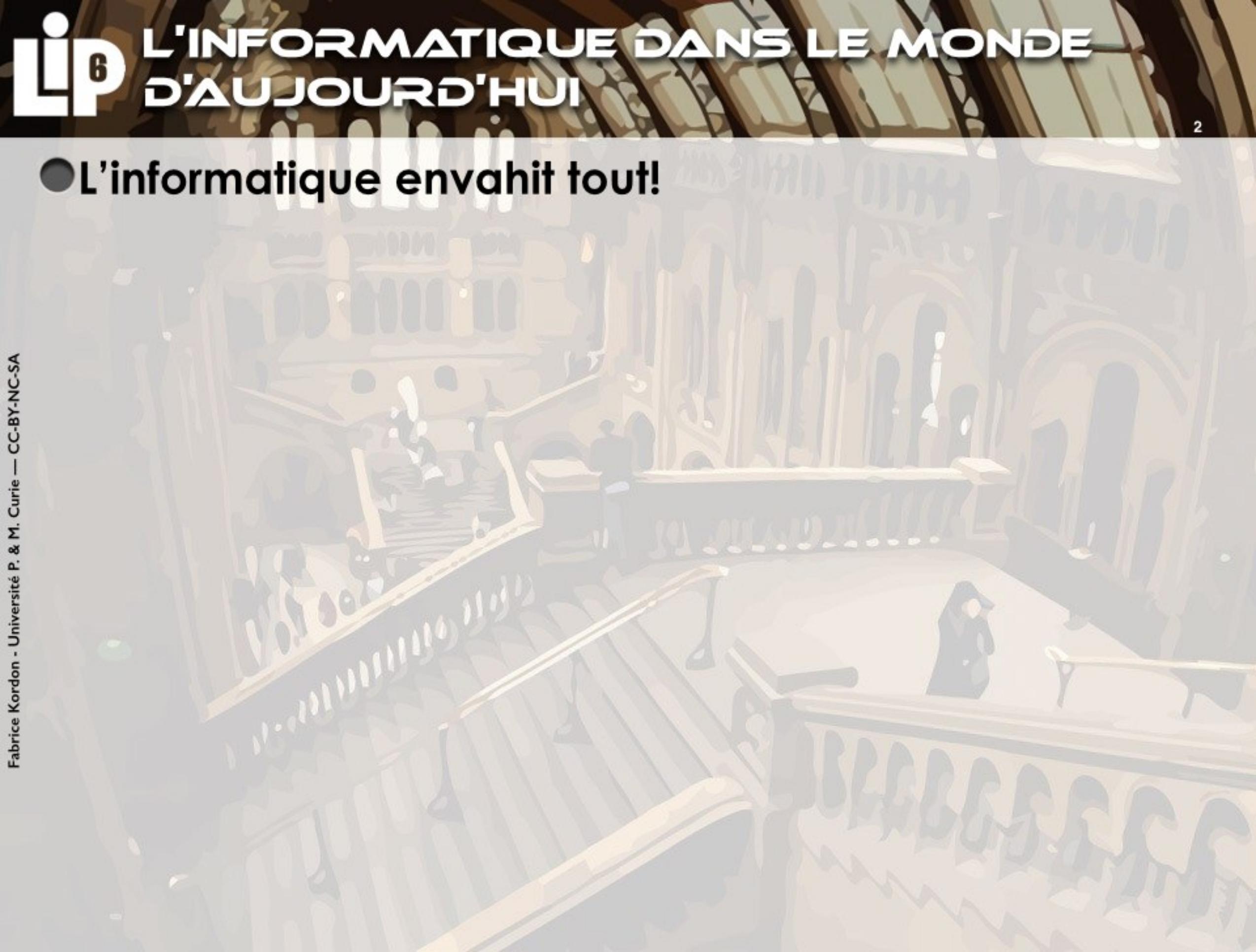


UN APERÇU DE LA DISCIPLINE INFORMATIQUE AUJOURD'HUI

Fabrice.Kordon@lip6.fr

● L'informatique envahit tout!



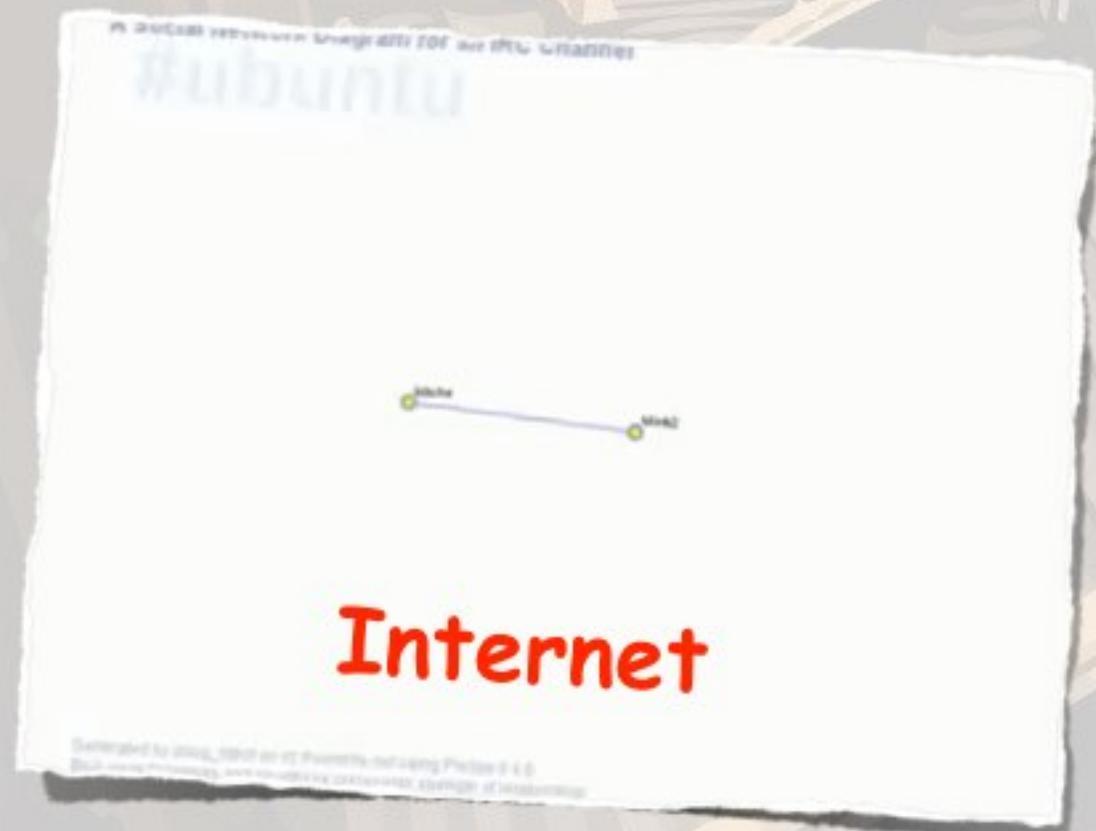
● L'informatique envahit tout!



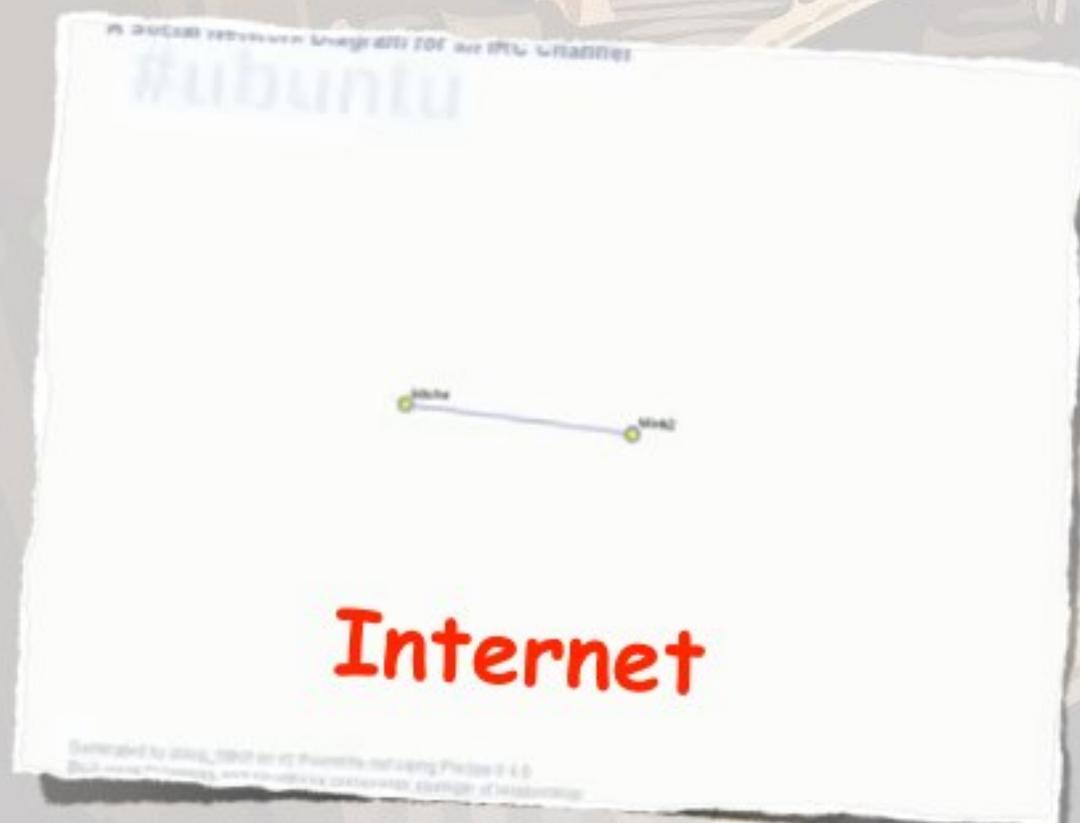
● L'informatique envahit tout!



● L'informatique envahit tout!



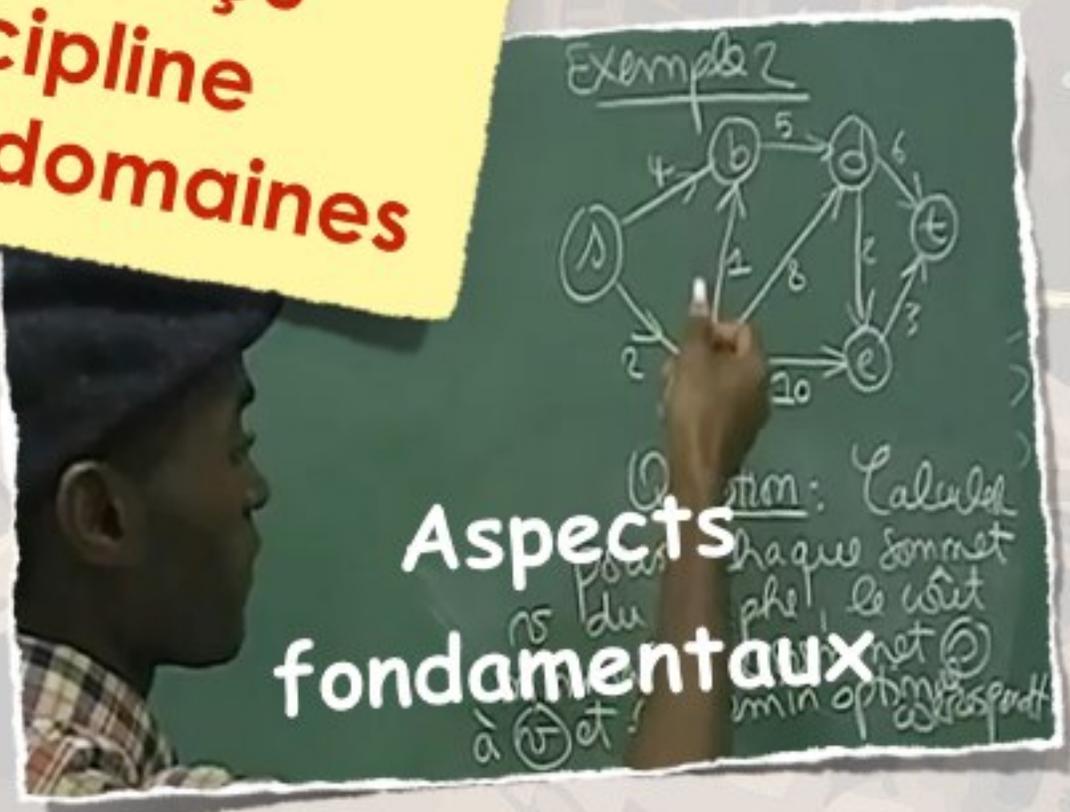
● L'informatique envahit tout!



● L'informatique envahit tout!



Tenter un aperçu de la discipline à travers ces domaines



CONSIDÉRATIONS SUR L'EMBARQUÉ AUTOMOBILE

Domaine 1



CONSIDÉRATIONS SUR L'EMBARQUÉ AUTOMOBILE

Domaine 1



- Un grand nombre de fonctions à accomplir
 - Différentes «classes» dans ces fonctions



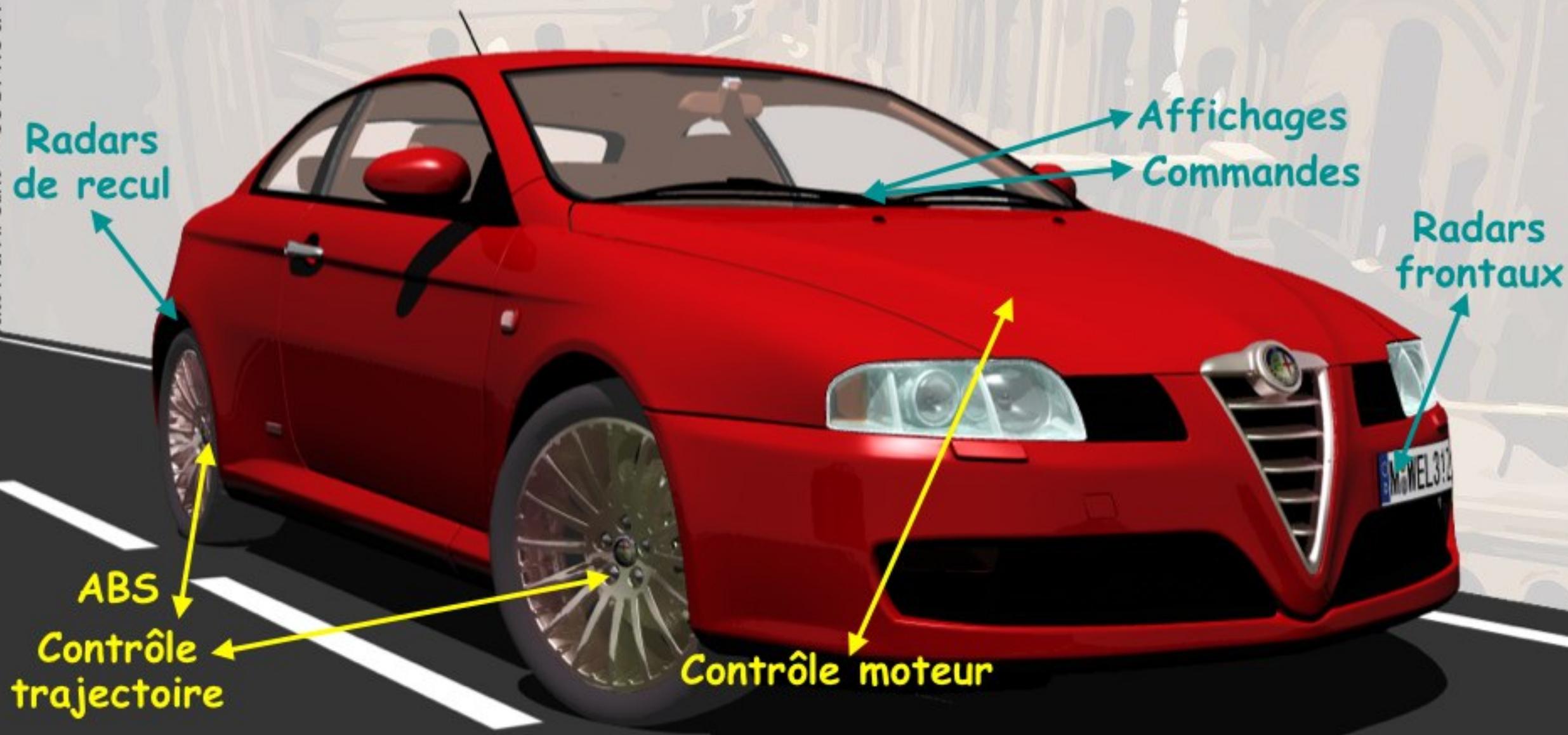
- Un grand nombre de fonctions à accomplir
 - Différentes «classes» dans ces fonctions

rsité P. & M. Curie — CC-BY-NC-SA



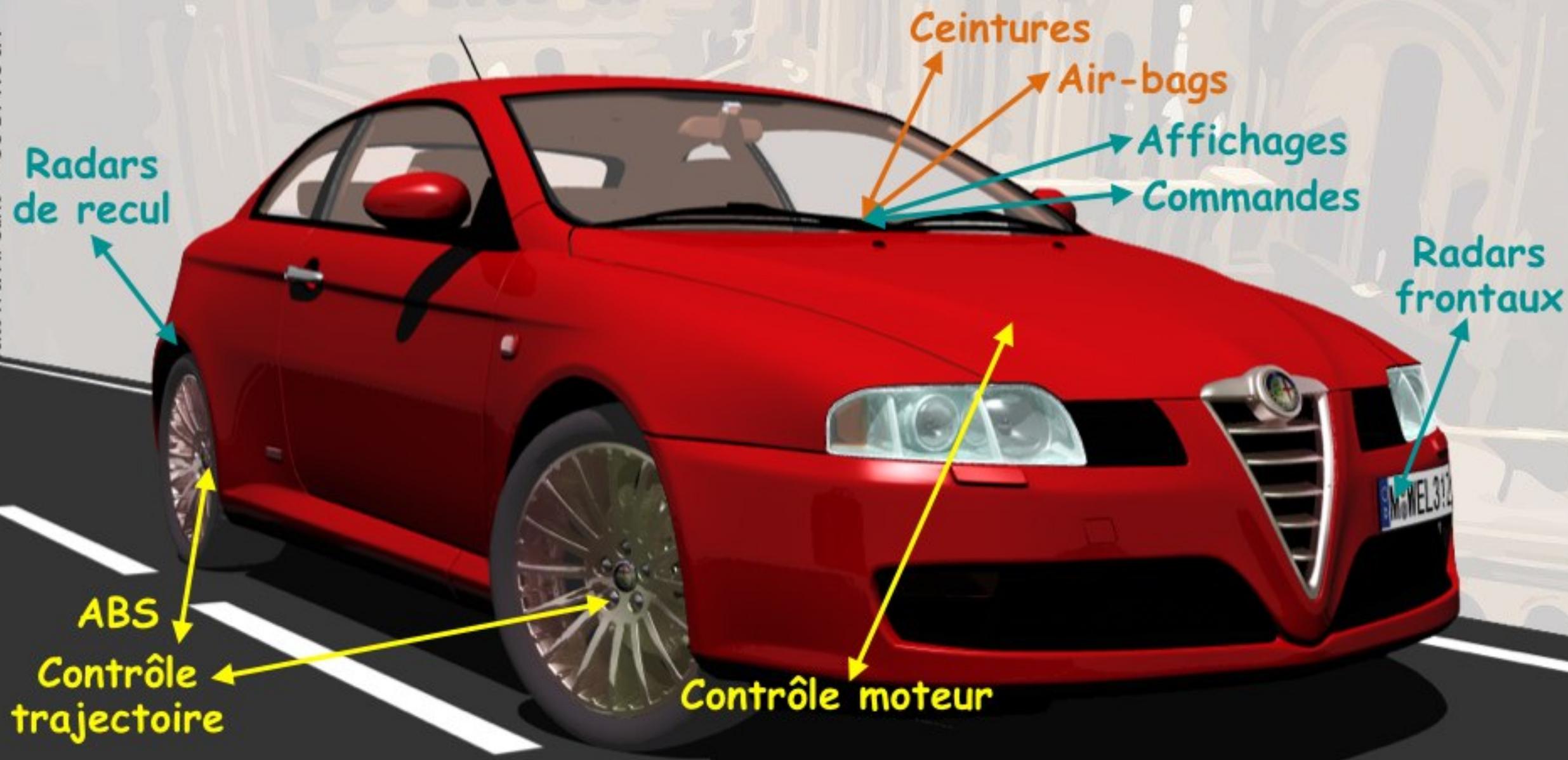
- Un grand nombre de fonctions à accomplir
 - Différentes «classes» dans ces fonctions

rsité P. & M. Curie — CC-BY-NC-SA

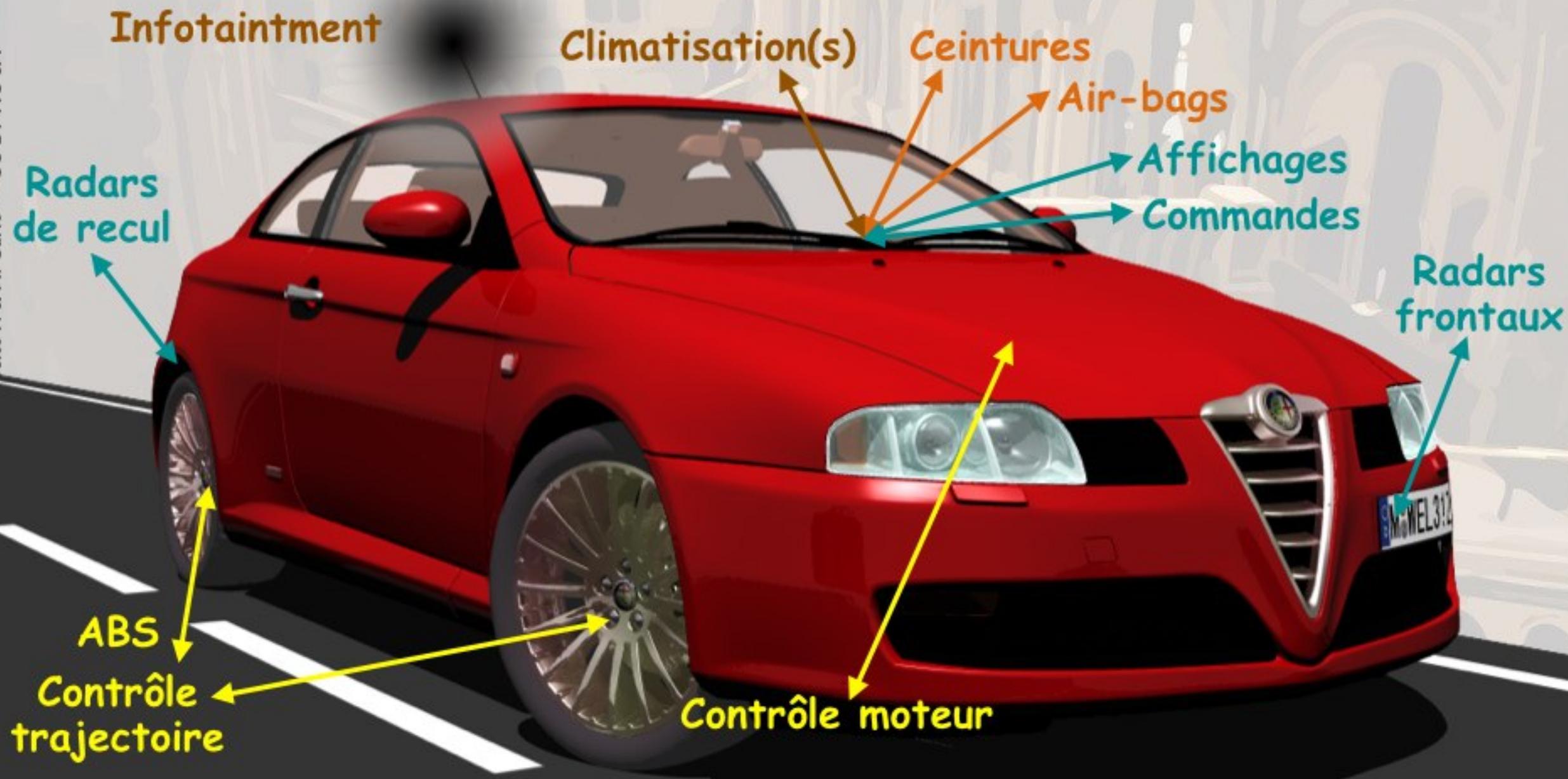


- Un grand nombre de fonctions à accomplir

- Différentes «classes» dans ces fonctions



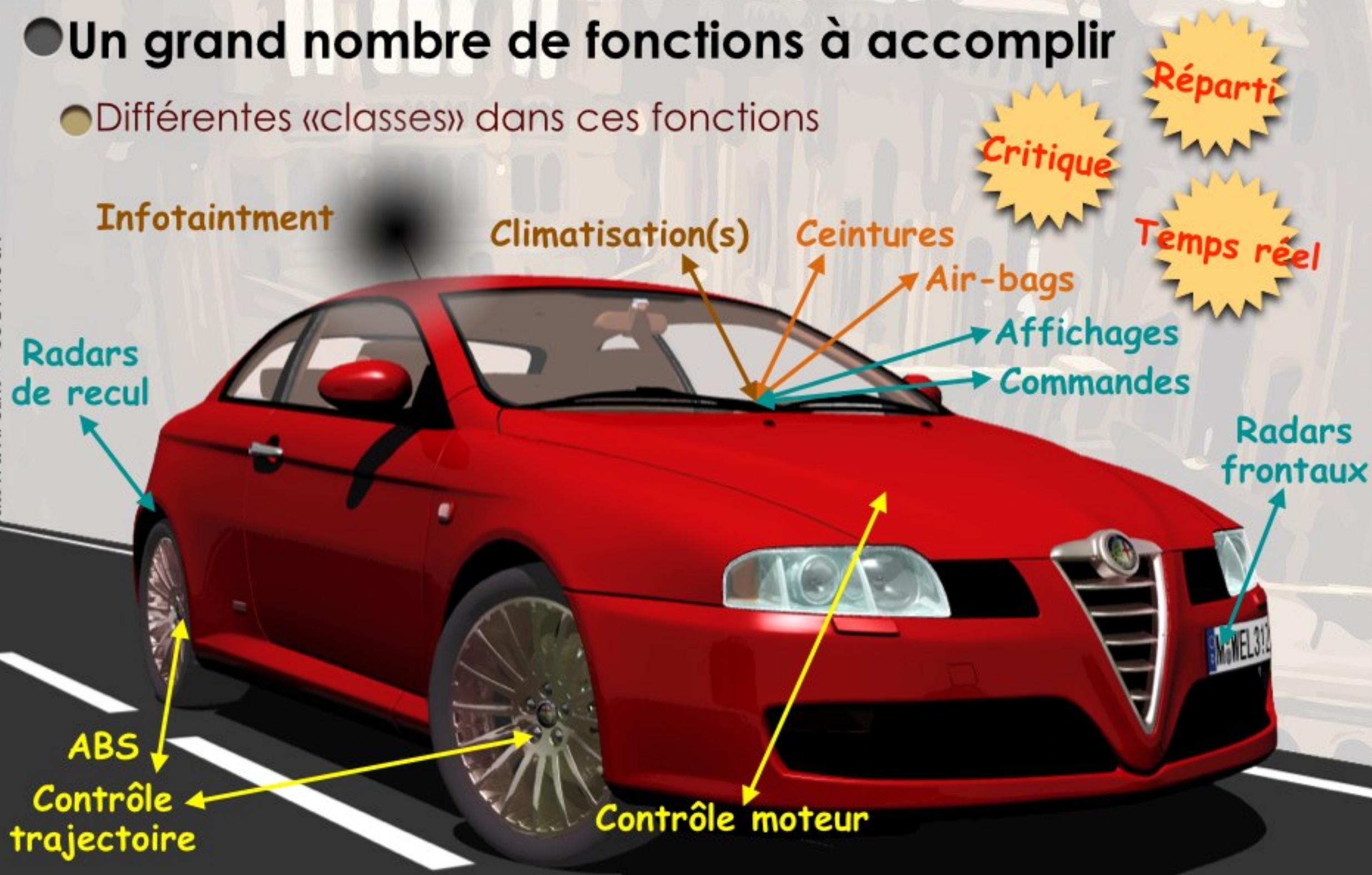
- Un grand nombre de fonctions à accomplir
 - Différentes «classes» dans ces fonctions



rsité P. & M. Curie — CC-BY-NC-SA

● Un grand nombre de fonctions à accomplir

● Différentes «classes» dans ces fonctions



● Un véritable système complexe !

- Haut de gamme = jusqu'à 100+ processeurs
- Standard pour la communication (AUTOSAR)

● Fortes contraintes de fiabilité

- Les humains font partie du système...
- Aspects législatifs

● Fortes contraintes de coût

- Assemblage de composants éprouvés (grandes séries)
- Induit une hétérogénéité

- Composants
- Logiciels



● Éléments complémentaires

- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

● Les éléments impliqués...



● Éléments complémentaires

- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

● Les éléments impliqués...



● Éléments complémentaires

- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

● Les éléments impliqués...

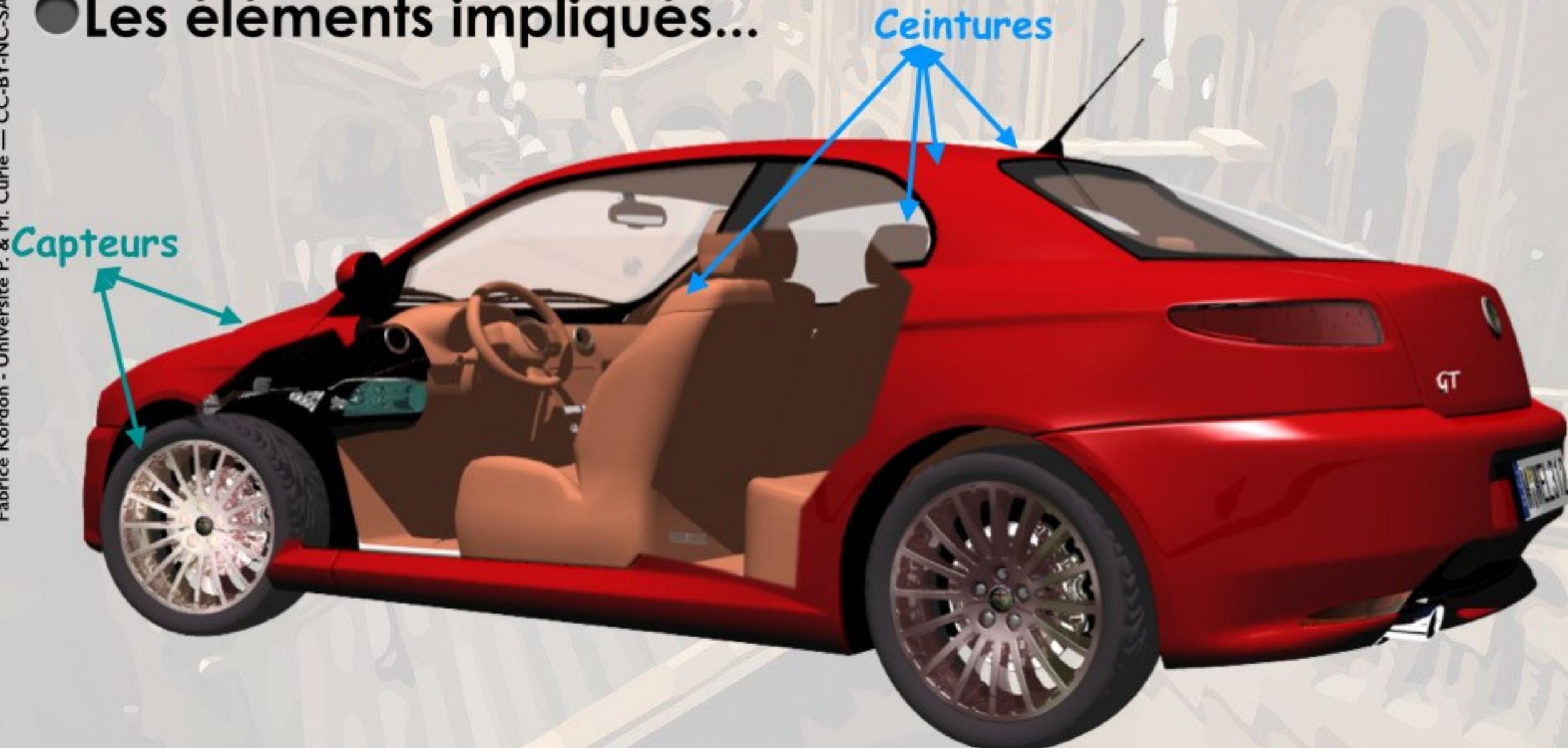
Capteurs



● Éléments complémentaires

- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

● Les éléments impliqués...



● Éléments complémentaires

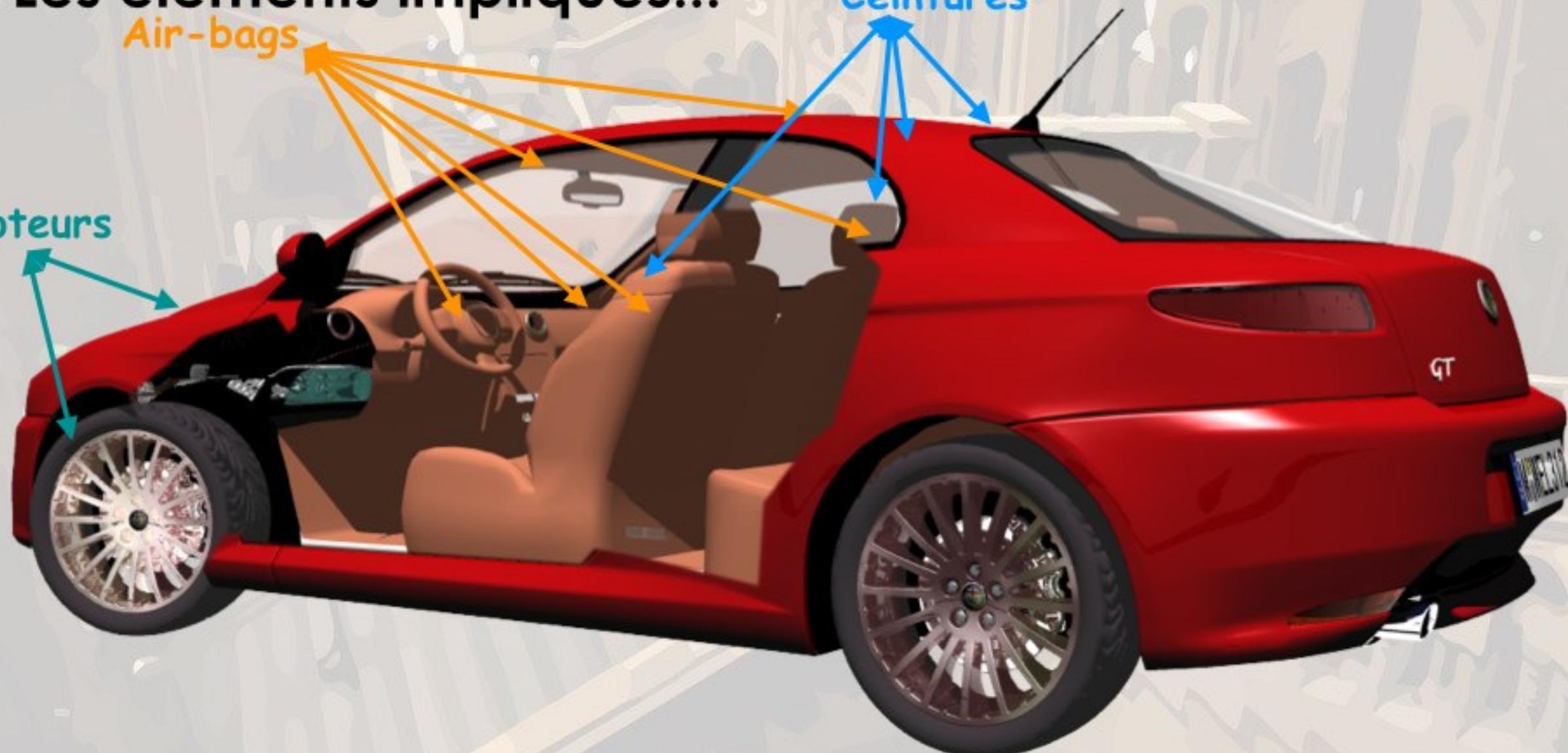
- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

● Les éléments impliqués...

Air-bags

Ceintures

Capteurs



● Éléments complémentaires

- La ceinture retient puis relâche
- L'air-bag amortit (au moment du dégonflage)

Temps
Réel
Réparti
Embarqué

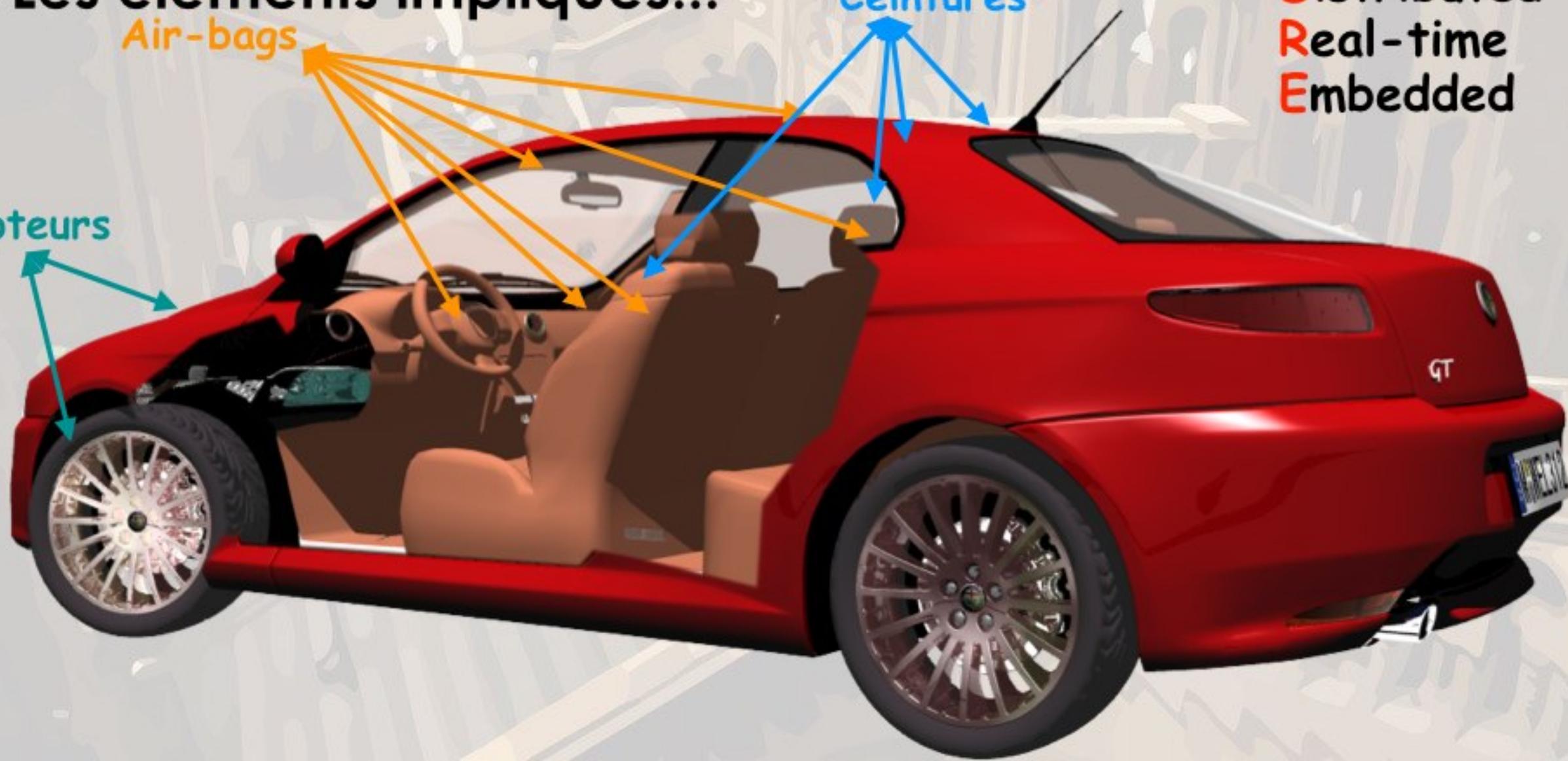
● Les éléments impliqués...

Air-bags

Ceintures

Distributed
Rreal-time
EEmbedded

Capteurs



- La voiture qui gère seule le stationnement..

- Presque opérationnel
- Créneaux automatiques
 - Opérationnel
 - Toyota, Citroën, Ford...



● La voiture qui gère seule le stationnement..

- Presque opérationnel
- Créneaux automatiques
 - Opérationnel
 - Toyota, Citroën, Ford...



● La voiture qui gère seule le stationnement..

- Presque opérationnel
- Créneaux automatiques
 - Opérationnel
 - Toyota, Citroën, Ford...



● La voiture qui conduit toute seule

- Projet Européen PROUD
- DARPA Challenge

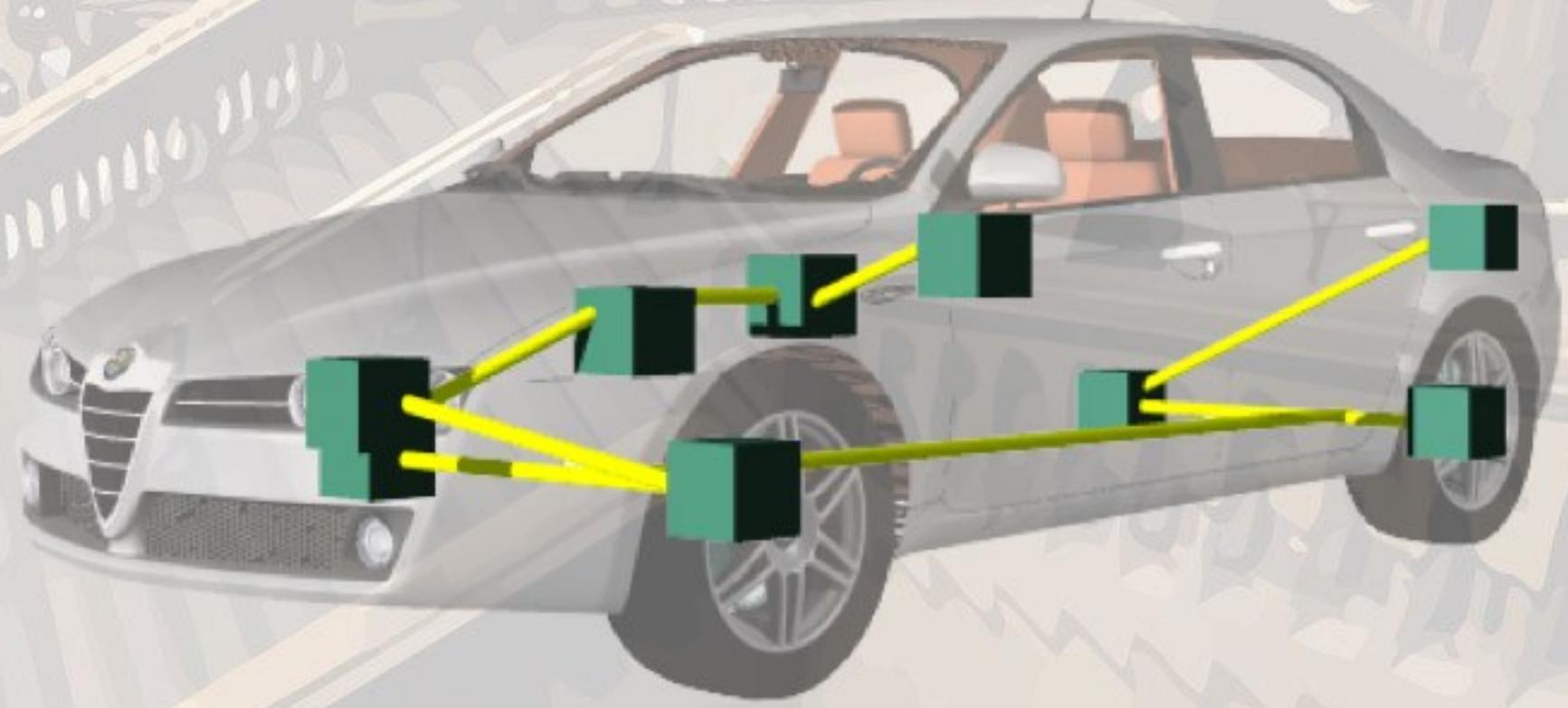


- **L'autoroute automatique...**
 - Objet de plusieurs «projets Européens»

- **L'autoroute automatique...**
 - Objet de plusieurs «projets Européens»



- **L'autoroute automatique...**
 - Objet de plusieurs «projets Européens»



- **L'autoroute automatique...**
 - Objet de plusieurs «projets Européens»



● L'autoroute automatique...

- Objet de plusieurs «projets Européens»

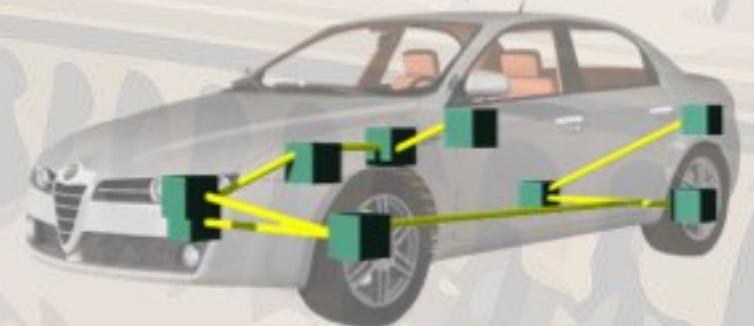


● L'autoroute automatique...

- Objet de plusieurs «projets Européens»

● Systèmes de systèmes

- Complexité et comportements émergents

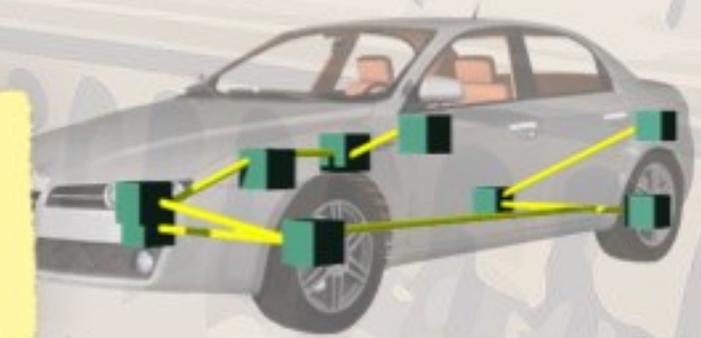


● L'autoroute automatique...

- Objet de plusieurs «projets Européens»

● Systèmes de systèmes

- Complexité et comportements émergents



Dynamique

Embarqué

Fiable

● Problématique générale des transports

● Sur les véhicules

- Avions & hélicoptères

- Trains

● Sur leur gestion

- Aéroports & gares

● Spatial

● Station au sol / satellite ou objet spatial

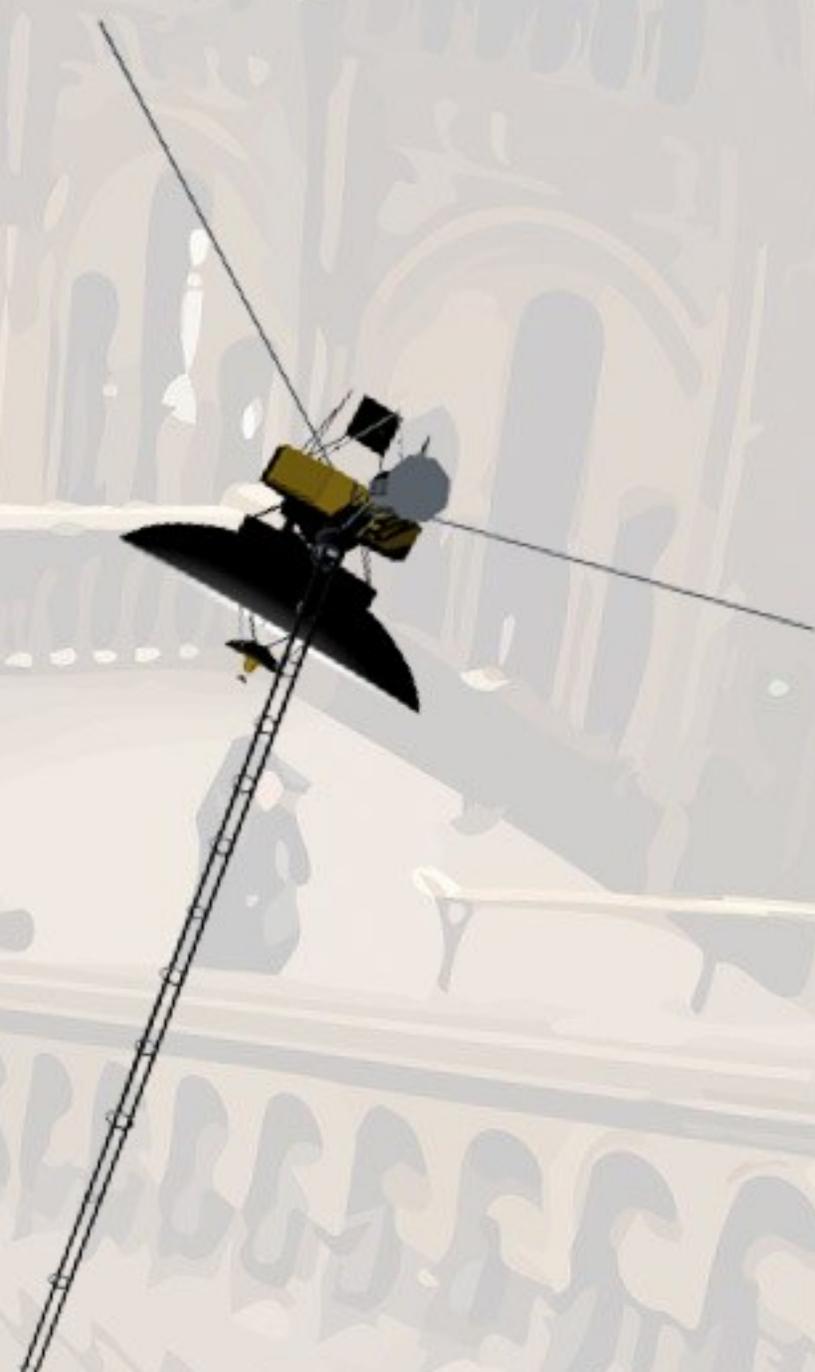
- Réseau très spécial

- Voyager, Cassini, etc.



● D'autres domaines à inventer...

● Smart-clothes, smart-buildings, smart-city



CONSIDÉRATIONS SUR LES JEUX VIDÉOS

Domaines 2



CONSIDÉRATIONS SUR LES JEUX VIDÉOS

Domaines 2



● Un domaine multi-compétences

- Graphisme (au niveau artistique)
- Scénarios
- Mais surtout beaucoup d'informatique...

● Jeux en console ou «petits terminaux»

- Aspects embarqués
- Nouvelles possibilités d'interactions

● Jeux en réseaux

- FPS - First-Person Shooter
- MMOG - Massively Multi-Player Online Games

● Gestion des «avatars»

- Intelligence artificielle

● Un domaine multi-compétences

- Graphisme (au niveau artistique)
- Scénarios
- Mais surtout beaucoup d'informatique...

● Jeux en console ou «petits terminaux»

- Aspects embarqués
- Nouvelles possibilités d'interactions

● Jeux en réseaux

- FPS - First-Person Shooter
- MMOG - Massively Multi-Player Online Games

● Gestion des «avatars»

- Intelligence artificielle

**Nouveau marché:
les «jeux sérieux»**

- 1961 : spacewar (PDP1)

- Massachussets Insitute of Technology

- 1961 : spacewar (PDP1)

- Massachussets Insitute of Technology



- 1961 : spacewar (PDP1)
 - Massachussets Insitute of Technology
- 1970-1980 : manettes «classiques»
 - «Joystick»



- **1961 : spacewar (PDP1)**
 - Massachussets Insitute of Technology
- **1970-1980 : manettes «classiques»**
 - «Joystick»
- **1990's : évolution des manettes**
 - «Joystick + boutons»
 - Spécialisées (courses automobiles)
 - Gants...



- 1961 : spacewar (PDP1)
 - Massachussets Insitute of Technology
- 1970-1980 : manettes «classiques»
 - «Joystick»
- 1990's : évolution des manettes
 - «Joystick + boutons»
 - Spécialisées (courses automobiles)
 - Gants...



- **1961 : spacewar (PDP1)**
 - Massachussets Insitute of Technology
- **1970-1980 : manettes «classiques»**
 - «Joystick»
- **1990's : évolution des manettes**
 - «Joystick + boutons»
 - Spécialisées (courses automobiles)
 - Gants...



- **1961 : spacewar (PDP1)**

- Massachussets Insitute of Technology

- **1970-1980 : manettes «classiques»**

- «Joystick»

- **1990's : évolution des manettes**

- «Joystick + boutons»

- Spécialisées (courses automobiles)

- Gants...

- **2000's : gyroscope (Wii)**

- Apparition du WIFI



- **1961 : spacewar (PDP1)**

- Massachussets Insitute of Technology

- **1970-1980 : manettes «classiques»**

- «Joystick»

- **1990's : évolution des manettes**

- «Joystick + boutons»

- Spécialisées (courses automobiles)

- Gants...

- **2000's : gyroscope (Wii)**

- Apparition du WIFI

- **2010's : elles disparaissent**

- Écran tactile (+gyroscope +GPS)

- Motion control (plus d'interface)



- **1961 : spacewar (PDP1)**

- Massachussets Insitute of Technology

- **1970-1980 : manettes «classiques»**

- «Joystick»

- **1990's : évolution des manettes**

- «Joystick + bouton»

- Spécialisées (course)

- Gants...

- **2000's : gyroscope (Wii)**

- Apparition du WIFI

- **2010's : elles disparaissent**

- Écran tactile (+gyroscope +GPS)

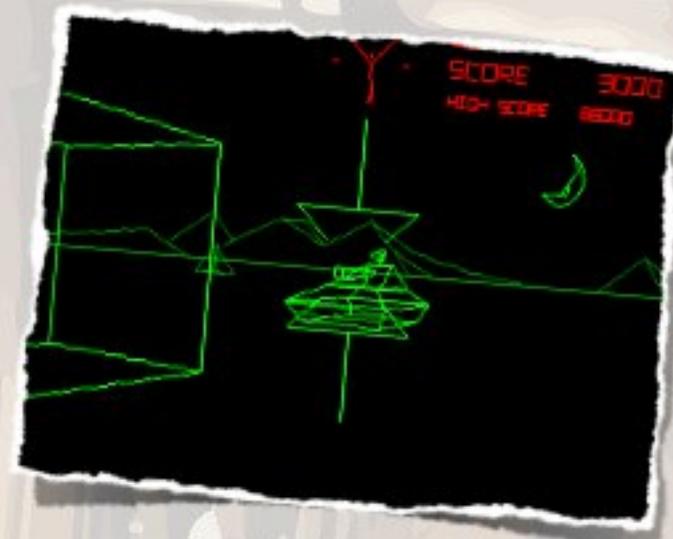
- Motion control (plus d'interface)

Piloté par la physique, l'électronique et l'imagination...



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»

● Architecture classique

- Un serveur du jeu
 - Maintient un contexte global
- Des clients
 - Accèdent au contexte via le serveur



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»

● Architecture classique

- Un serveur du jeu
 - Maintient un contexte global
- Des clients
 - Accèdent au contexte via le serveur

● Faible latence

- Jeux en réseau local essentiellement



● Gestion des interactions

- Ce que les joueurs voient
- Les actions et leurs effets
- Déterminer «qui voit quoi»

● Architecture classique

- Un serveur du jeu
 - Maintient un contexte global
- Des clients
 - Accèdent au contexte via le serveur

● Faible latence

- Jeux en réseau local essentiellement



LAN parties





MASSIVELY MULTI-PLAYER ONLINE GAMES



- **Été 2013: la plus grande bataille spatiale**
- 4070 joueurs (plus que la bataille d'Asakai)
- TEST contre CFC (ClusterFuck Coalition 🤪)
- Système 6VDT-H, constellation de la Chimère
- 2900+ vaisseaux (virtuels) détruits
- TEST écrasé par le CFC
- Reportages en direct (EVE online + twitch.tv)
- Coût estimé, \$30.000 (en un week end)

- **Gestion du contexte, même soucis que les FPS**

- Le temps est plus flexible cependant
- Mais le nombre de joueurs pose des problèmes

- **Implémentation centralisée difficile**

- Combattre la complexité

- **Segmentation (isolation artificielle de groupes)**
- **DHT - Distributed Hash Tables**

- Résister aux pannes

- **Impossible d'y échapper**
- **Bogues ou intrusions (tentatives)**

- Éviter la triche

- **Un seul joueur**
- **Coalition de joueurs**



● De nombreuses techniques

- Concours Imagina (référence)

 - Facettes, nurbs, ray-tracing...

- Techniques mathématiques dédiées

- Calcul en «arithmétique flottante»



● De nombreuses techniques

- Concours Imagina (référence)

 - Facettes, nurbs, ray-tracing...

- Techniques mathématiques dédiées

- Calcul en «arithmétique flottante»



- De nombreuses techniques

- Concours Imagina (référence)
 - Facettes, nurbs, ray-tracing...
- Techniques mathématiques dédiées
- Calcul en «arithmétique flottante»



- Extrêmement consommateur en calcul

- Cartes graphiques spécialisées
 - Accès via des interfaces
- GPU/HPC = détournement de cette puissance de calcul
 - Calcul vectoriel
 - Calcul parallèle
- Temps réel requis pour les jeux vidéos



- Terme indien pour désigner les incarnations des Dieux
- Informatique : personnage fictif (jeux, relation client...)
- Objectifs
 - Sembler réel - «test de Turing»
 - Réagir «intelligemment»
 - Comprendre ce qu'il entend
 - Apprendre?
- Implémentation
 - Programmation ad-hoc (dépassé)
 - Systèmes experts
 - Approche probabiliste (réseaux de neurones)
- Actuellement
 - Fonctionne bien dans un contexte défini et borné



CONSIDÉRATIONS SUR INTERNET

Domaine 3



CONSIDÉRATIONS SUR INTERNET

Domaine 3



- **Chaque machine à une adresse IP**

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 😬)
- Toute machine doit l'obtenir auprès de son routeur

- **Quand?**

- À la (re)activation des fonctions réseau

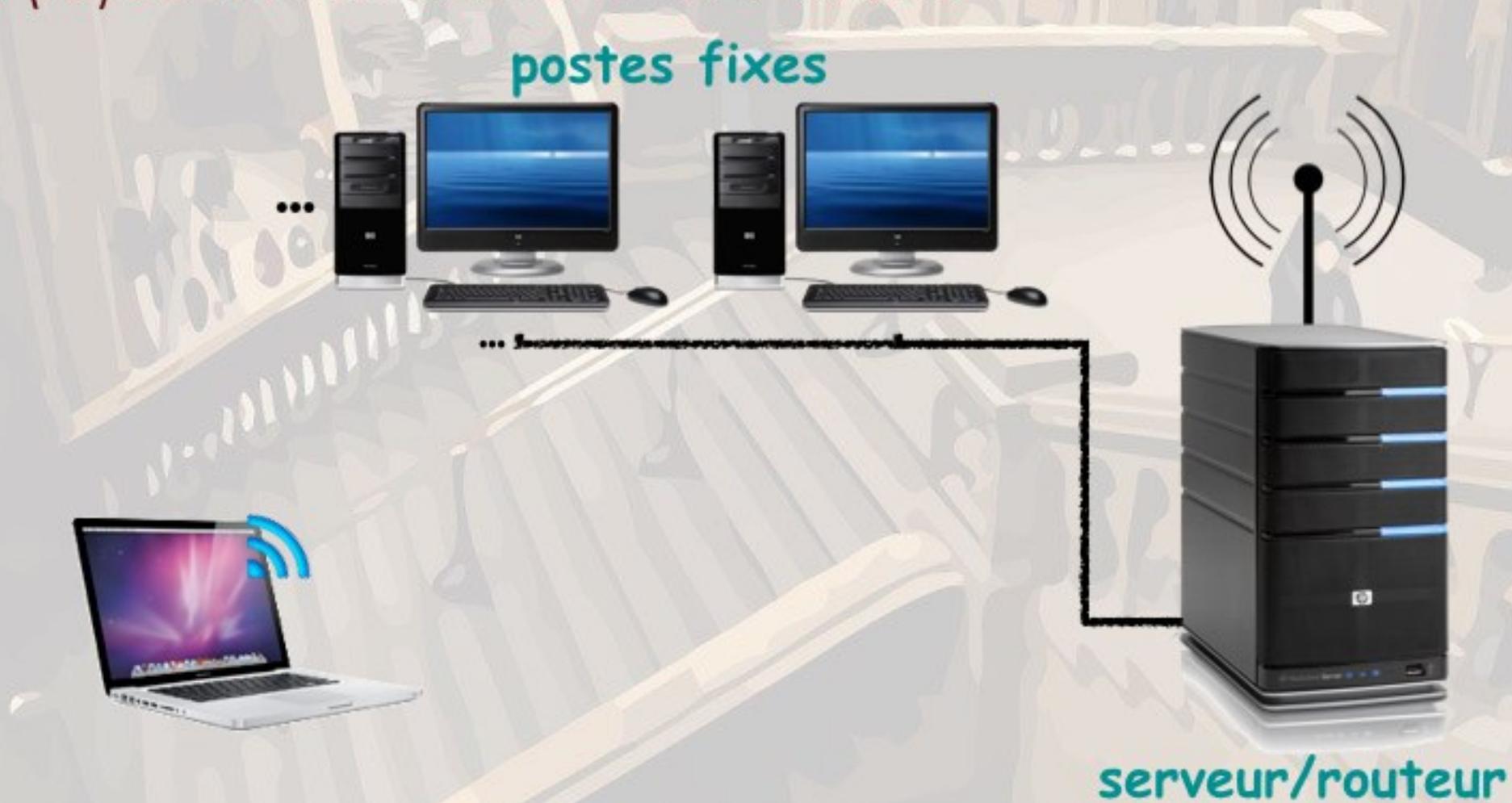


● Chaque machine à une adresse IP

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 😬)
- Toute machine doit l'obtenir auprès de son routeur

● Quand?

- À la (re)activation des fonctions réseau



● Chaque machine à une adresse IP

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 😬)
- Toute machine doit l'obtenir auprès de son routeur

● Quand?

- À la (re)activation des fonctions réseau



● Chaque machine à une adresse IP

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 😬)
- Toute machine doit l'obtenir auprès de son routeur

● Quand?

- À la (re)activation des fonctions réseau



- **Chaque machine à une adresse IP**

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 😬)
- Toute machine doit l'obtenir auprès de son routeur

- **Quand?**

- À la (re)activation des fonctions réseau



● Chaque machine à une adresse IP

- Numéro «unique» (modulo des réécritures 🤖)
- Toute machine doit l'obtenir auprès du serveur

● Quand?

- À la (re)activation des fonctions réseaux
postes fixes



idem smartphones & tablettes

Quel futur? Ultra-mobilité?

Authentification au besoin...

serveur/routeur

- **DNS = Domain Name Services**

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

- **La résolution, comment ça marche?**

- Récursive

- Démarche client/serveur



● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive

- Démarche client/serveur



● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

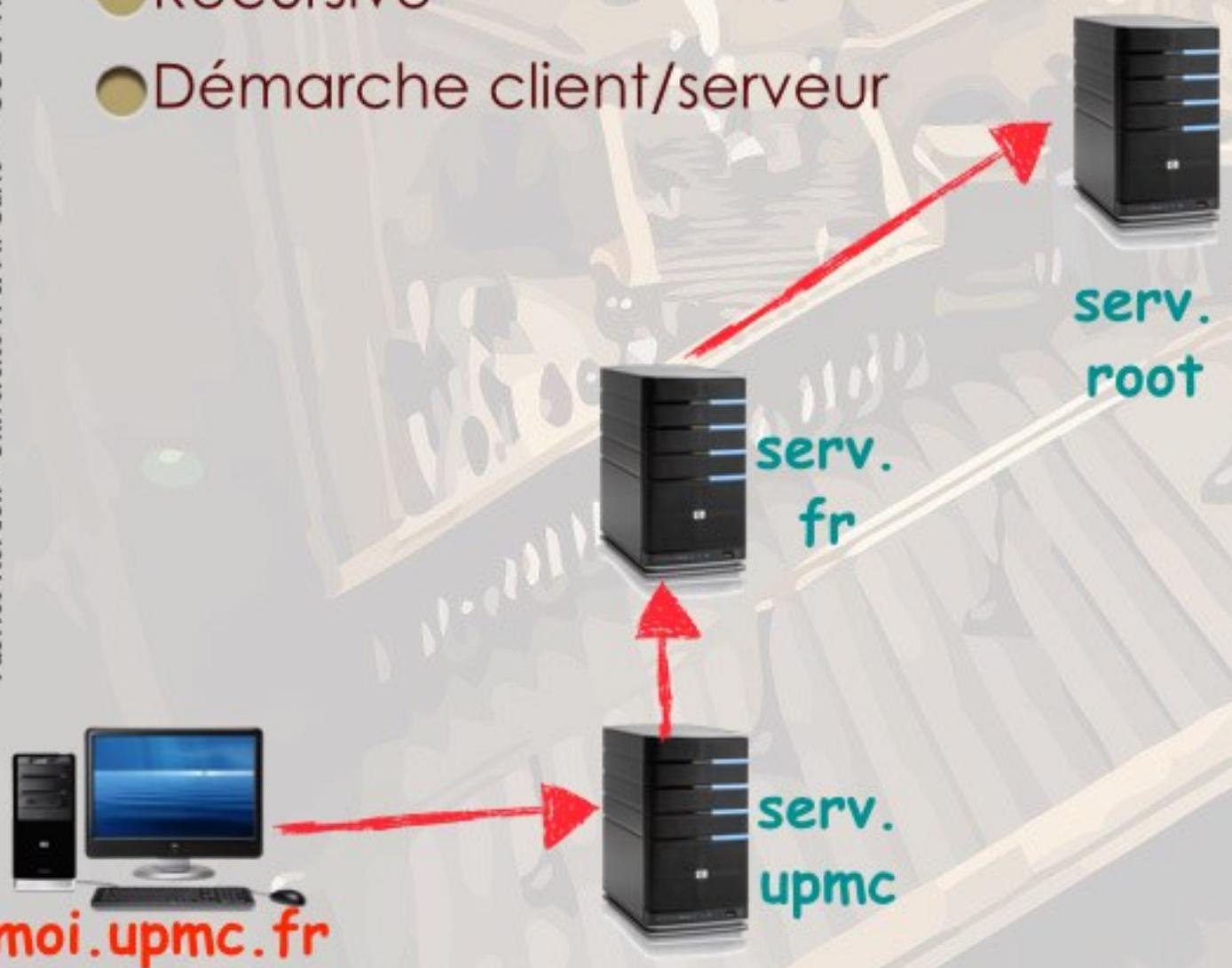


● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

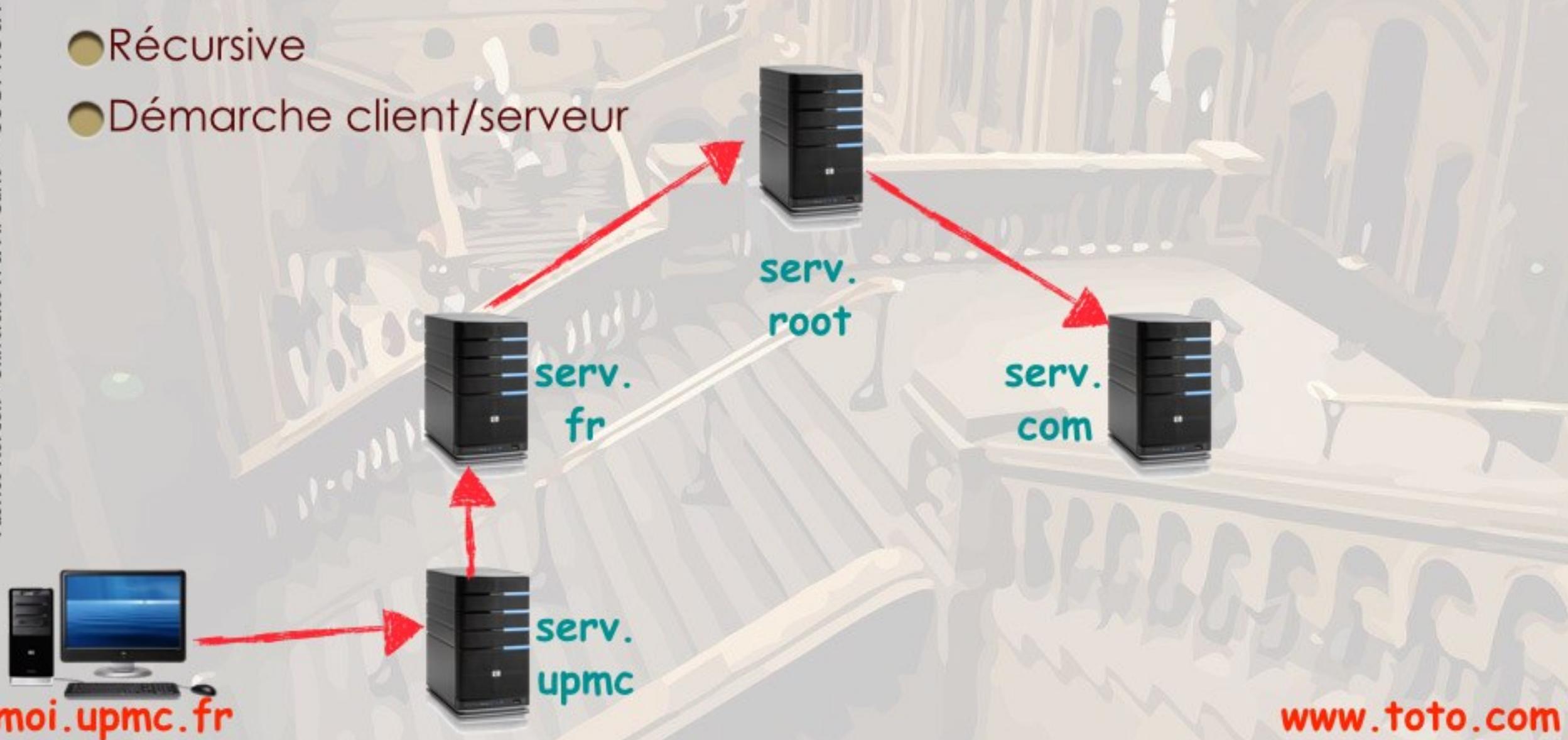


● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

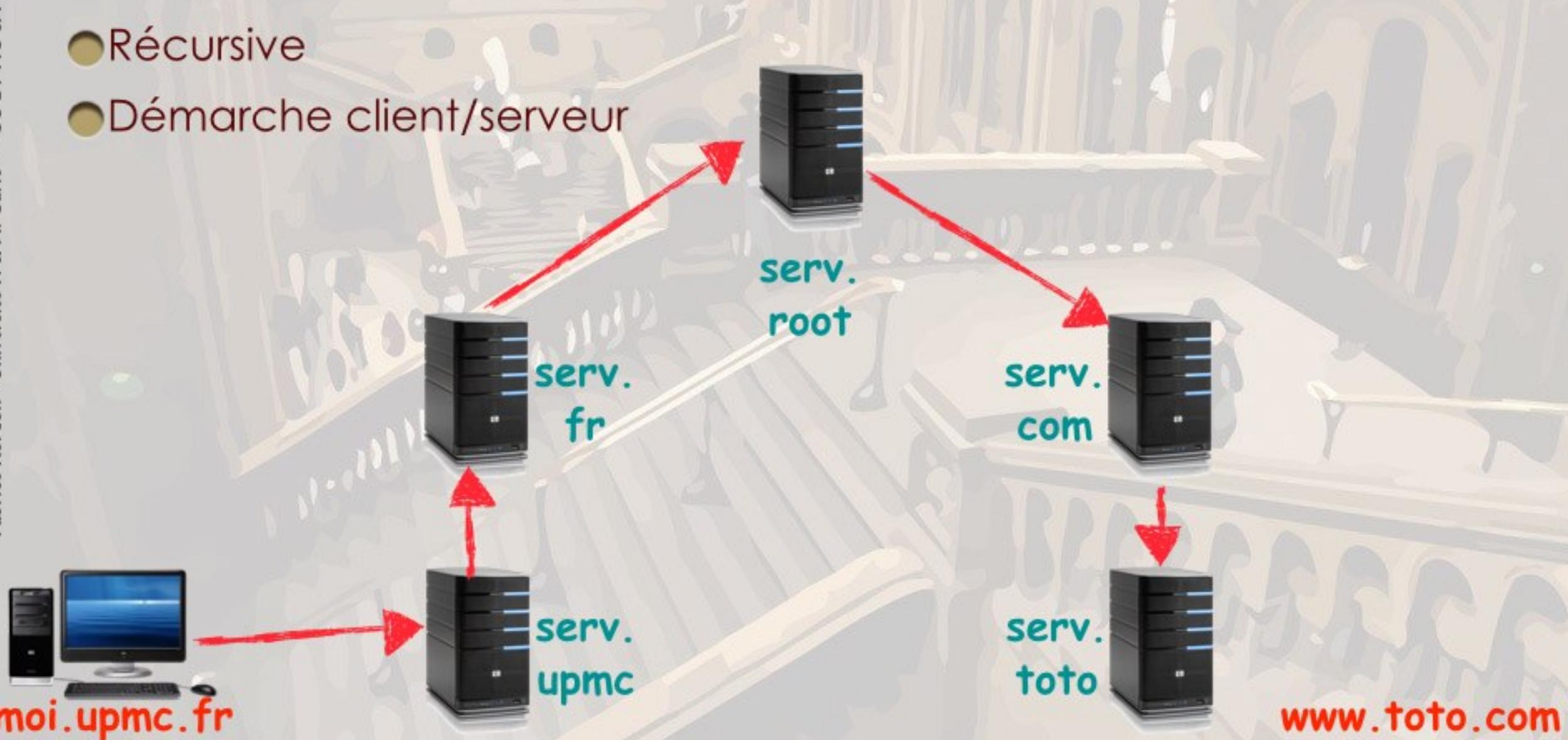


● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

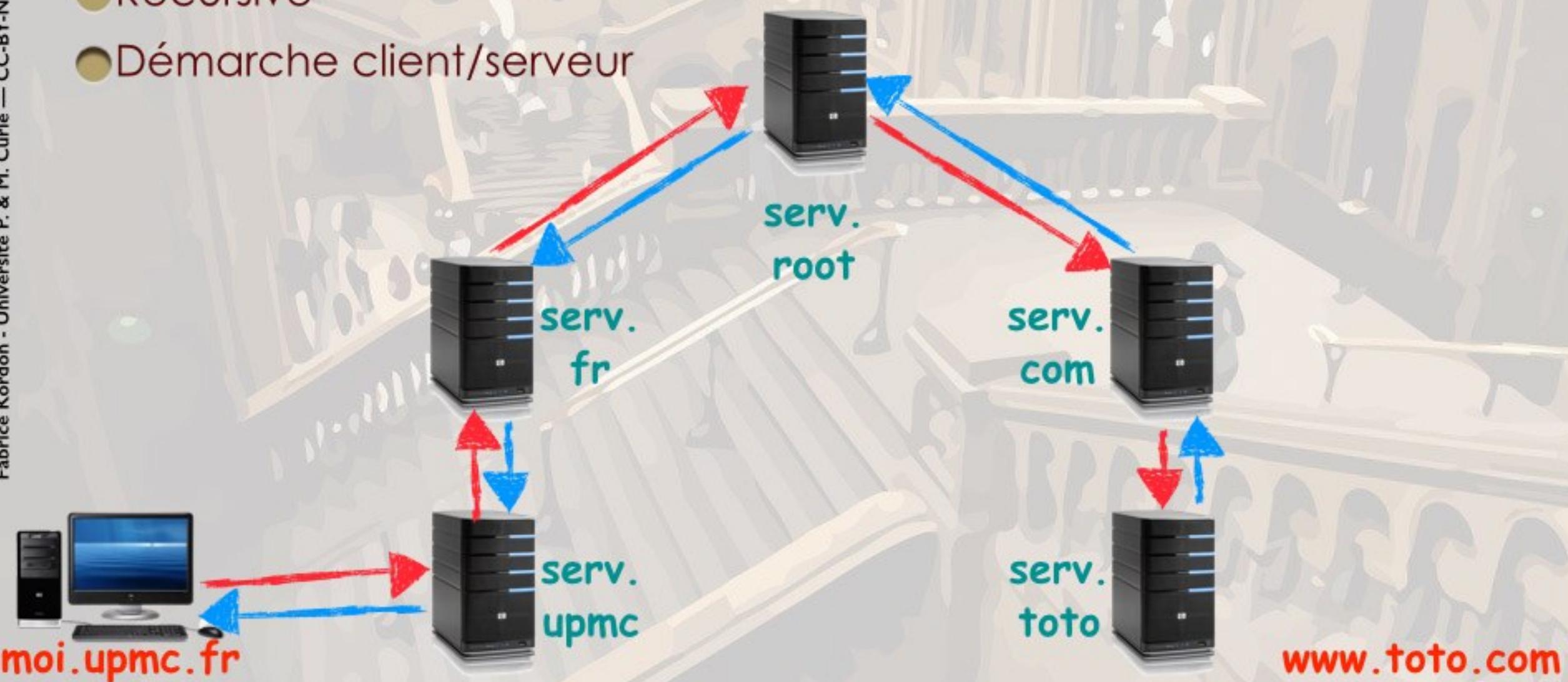


● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

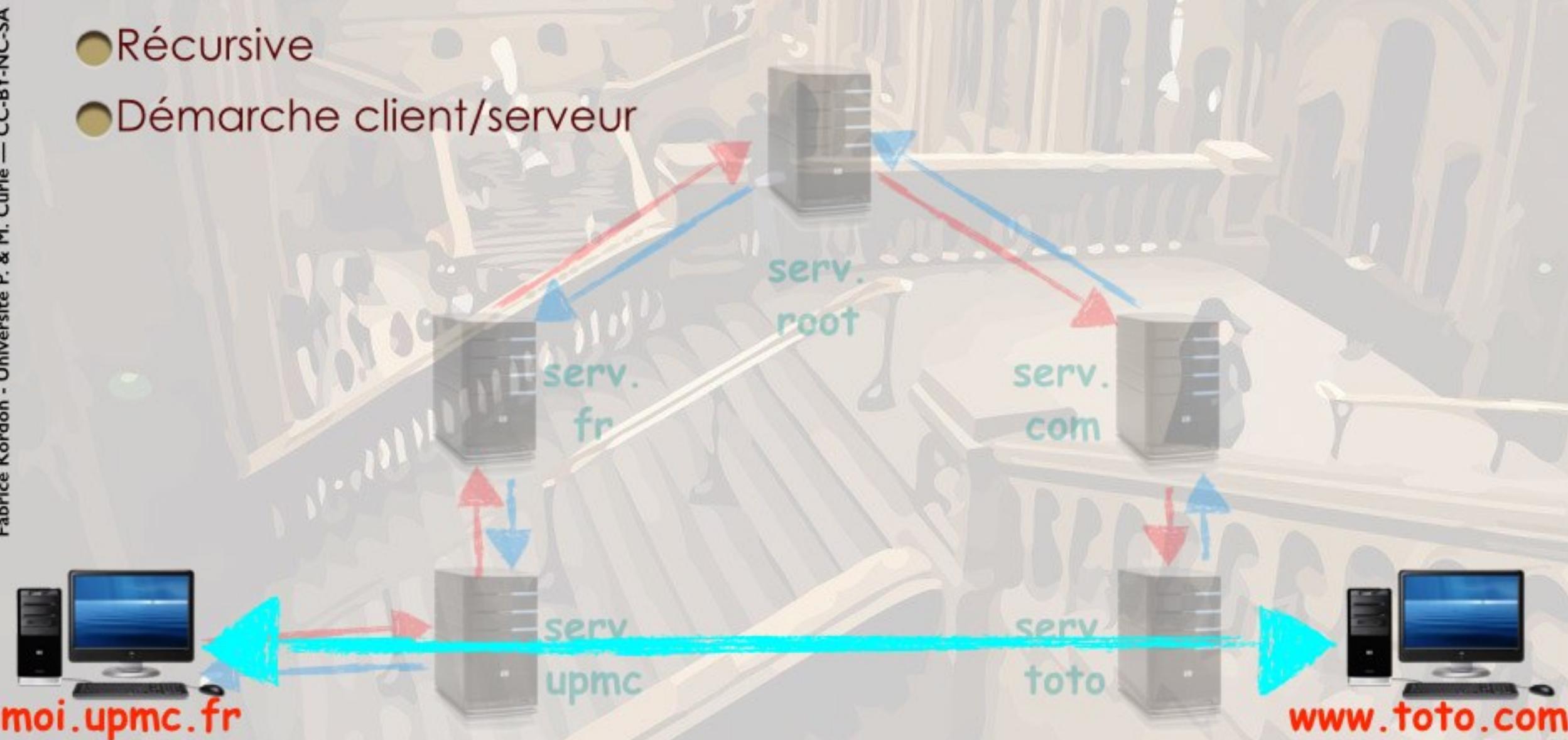


● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur



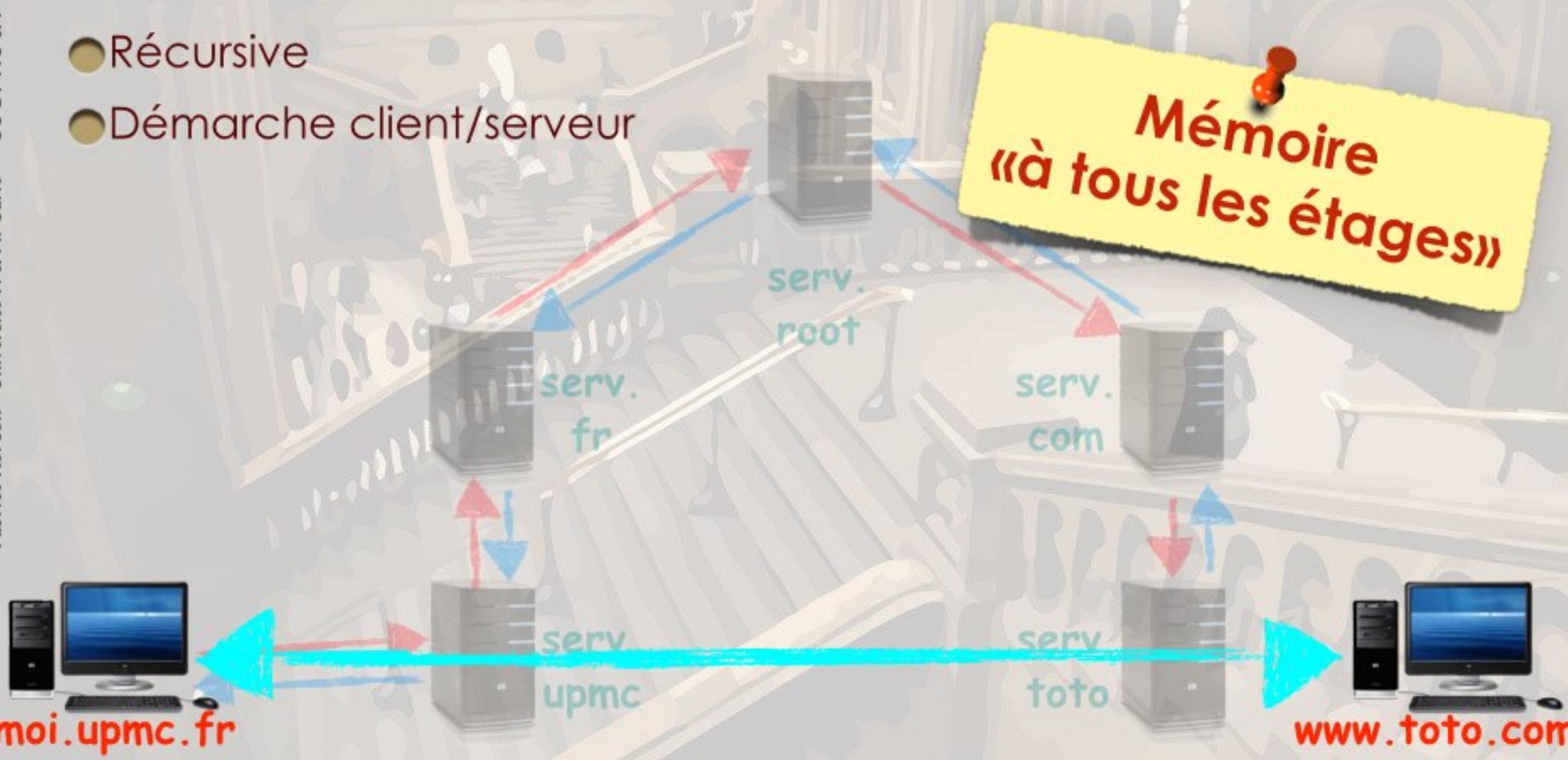
● DNS = Domain Name Services

- Gestion des noms logiques, association avec les adresses IP

● La résolution, comment ça marche?

- Récursive
- Démarche client/serveur

Mémoire «à tous les étages»



● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



Serveur
de travaux
SETI

● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



Serveur
de travaux
SETI

● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



Mise à disposition



Serveur de travaux SETI

● Search for Extra Terrestrial Intelligence

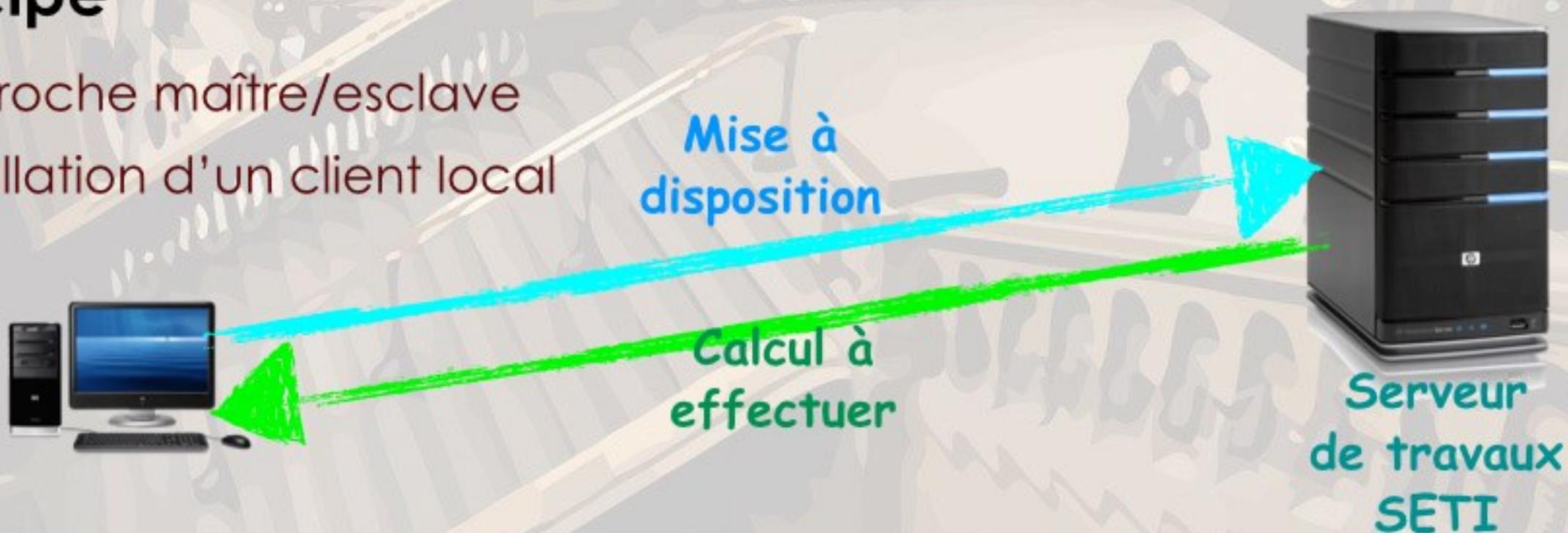
- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



Serveur
de travaux
SETI

● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



envoi
résultats



Serveur
de travaux
SETI

● Search for Extra Terrestrial Intelligence

- Besoin de puissance de calcul pour analyser des signaux cosmiques

● Software

- Mai 1999 SETI «classique»
- Mai 2006 BOING (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing)

● Principe

- Approche maître/esclave
- Installation d'un client local



Mars 2012

3.1M ordinateurs connectés

227K actifs — 562 TFLOPS

serveur
clients
SETI



♦A:

♦B:

♦C:

♦D:



Qu'est-ce que le pair-à-pair?

•A:

•B:

•C:

•D:



Qu'est-ce que le pair-à-pair?

• A: Téléchargement gratuit?

• B: Organisation de programmes?

• C: Une forme de jeu vidéo?

• D: Le père de Luke?



Qu'est-ce que le pair-à-pair?

• A: Téléchargement gratuit?

• B: Organisation de programmes?

• C: Une forme de jeu vidéo?

• D: Le père de Luke?

● Organisation de programmes...

- Un peu comme une société
- Tous exécutent le même programme
- Tous disposent de leur propre contexte
- Tous concourent à un objectif commun

● Organisation de programmes...

- Un peu comme une société
- Tous exécutent le même programme
- Tous disposent de leur propre contexte
- Tous concourent à un objectif commun

● De nombreuses applications

- Certains protocoles réseaux (routage)
- Stockage de fichiers résistant aux pannes
 - **BitTorrent, Gnutella, etc.**
- «Anonymiseurs»
- Messageries
- DHT (Distributed Hash Table)
 - **Serveurs de fichiers**
 - **Serveurs d'applications**

- **Objectif : s'organiser sans infrastructure dédiée**
 - Lié à l'émergence des infrastructures mobiles actuelles
 - Application potentielle aux réseaux sans fil
 - **Utilisation des différents terminaux**
 - MANET (Mobile Ad-Hoc Networks)

- **Objectif : s'organiser sans infrastructure dédiée**

- Lié à l'émergence des infrastructures mobiles actuelles
- Application potentielle aux réseaux sans fil

- **Utilisation des différents terminaux**

- MANET (Mobile Ad-Hoc Networks)

- **Des applications en cours**

- Vision du trafic à New York
- Partage d'informations sur le trafic entre taxis



● Objectif : s'organiser sans infrastructure dédiée

- Lié à l'émergence des infrastructures mobiles actuelles
- Application potentielle aux réseaux sans fil

● Utilisation des différents terminaux

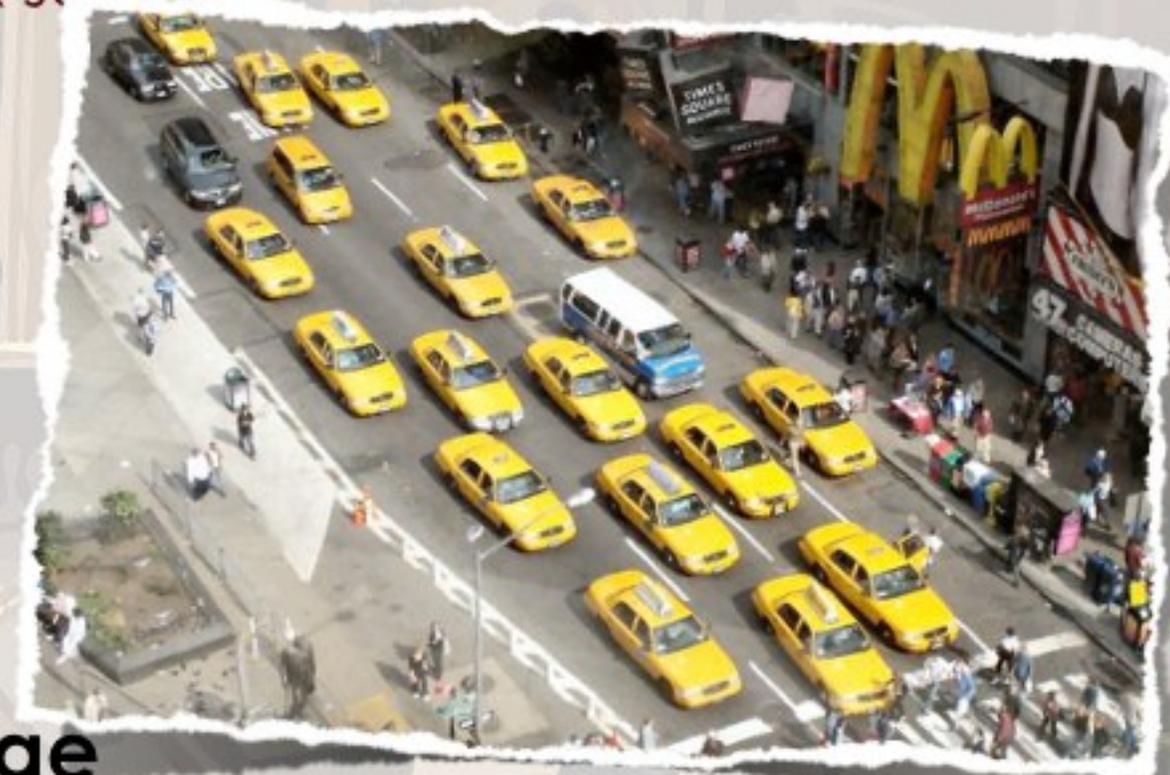
- MANET (Mobile Ad-Hoc Networks)

● Des applications en cours

- Vision du trafic à New York
- Partage d'informations sur le trafic entre taxis

● Problèmes délicats de routage

- Requiert un certain maillage
- Requiert des algorithmes dédiés



● Objectif : s'organiser sans infrastructure dédiée

- Lié à l'émergence des infrastructures mobiles actuelles
- Application potentielle aux réseaux sans fil

● Utilisation des différents terminaux

- MANET (Mobile Ad-Hoc Networks)

● Des applications en cours

- Vision du trafic à New York
- Partage d'informations sur le trafic entre taxis

● Problèmes délicats de r

- Requiert un certain maillage
- Requiert des algorithmes dédiés

● Généralisable

- Téléphones mobiles, etc.



**P2P + MANET
= «informatique démocratique»**

ET LES ASPECTS FONDAMENTAUX DANS TOUT CELA ?

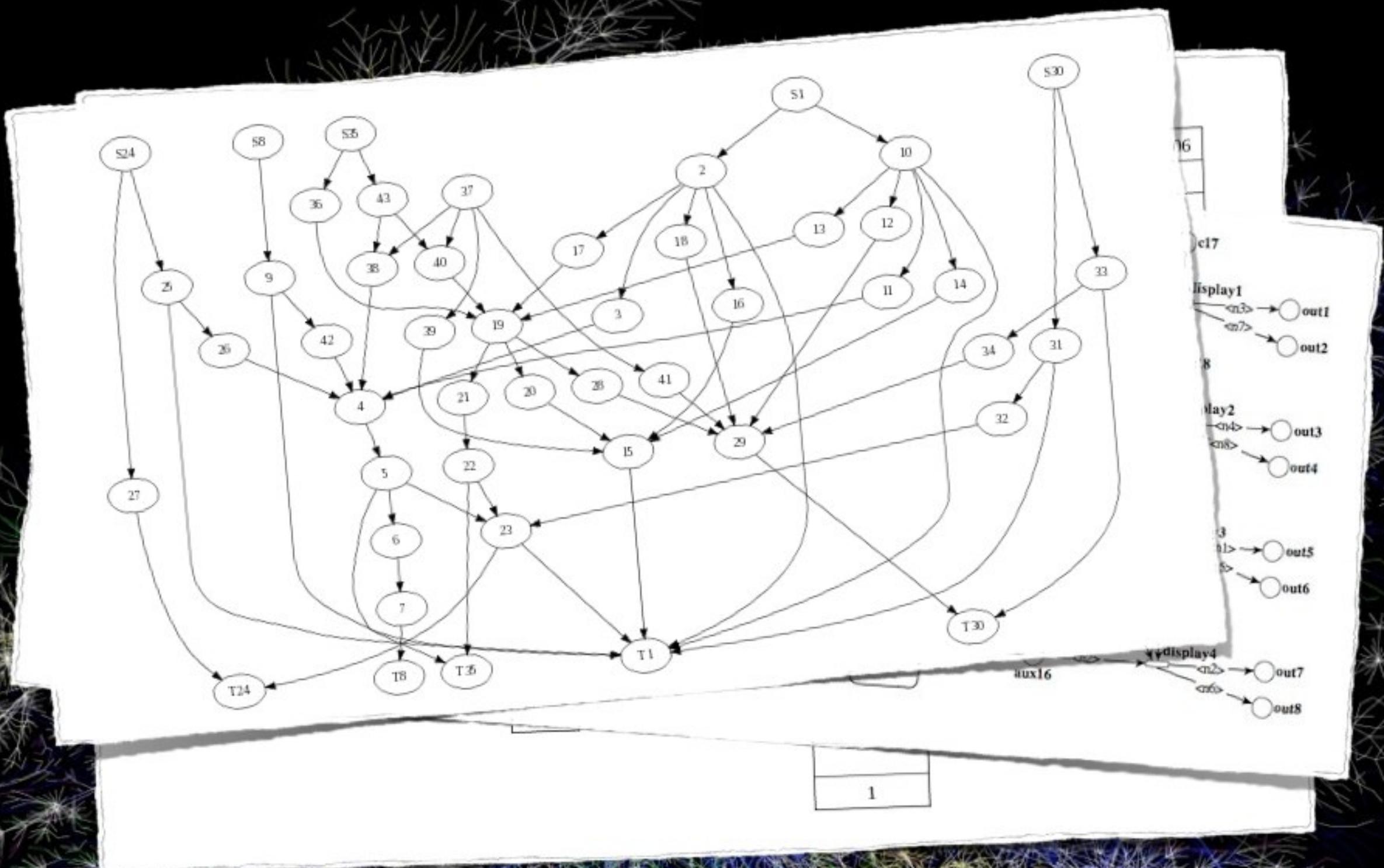
Domaine 4

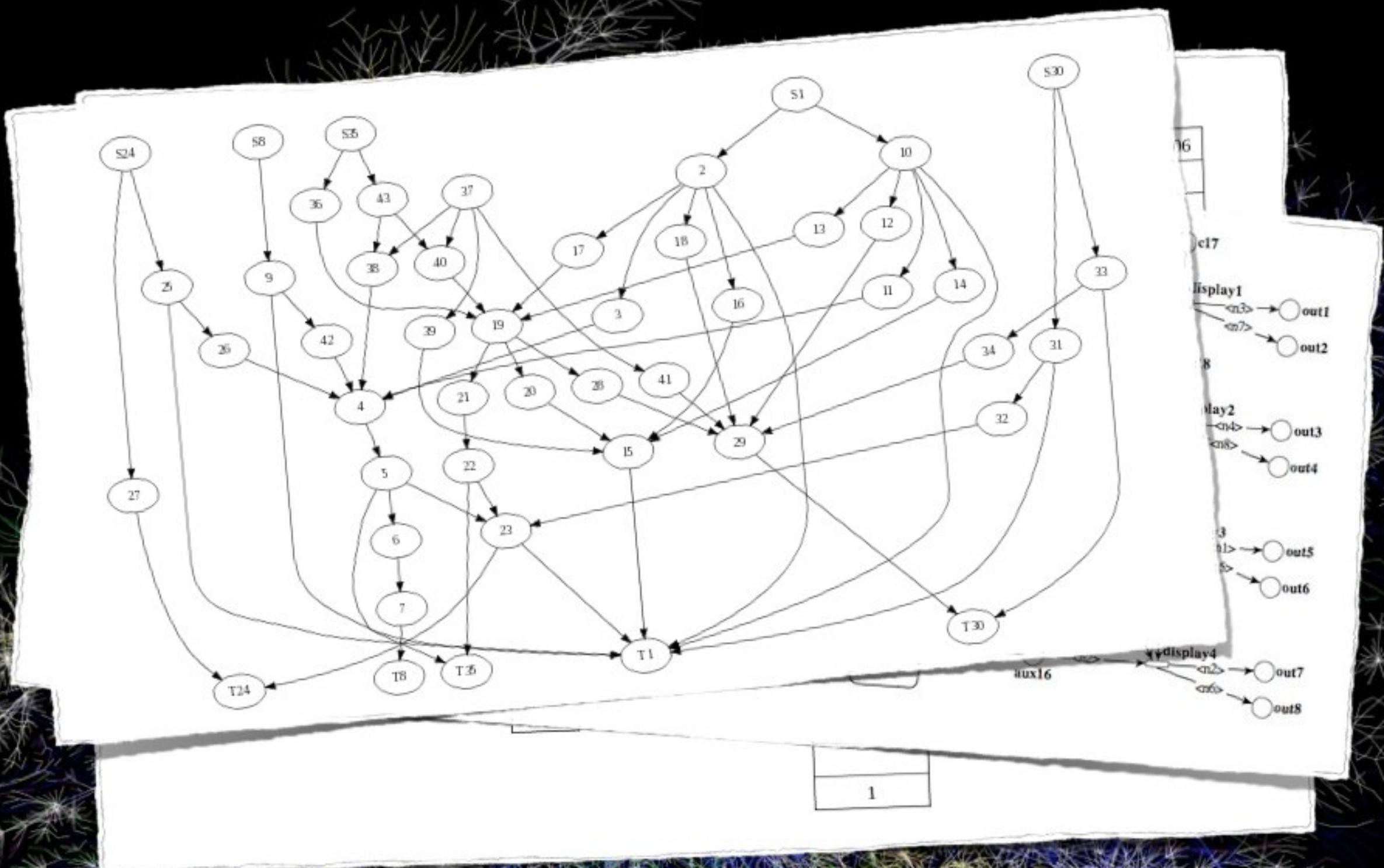


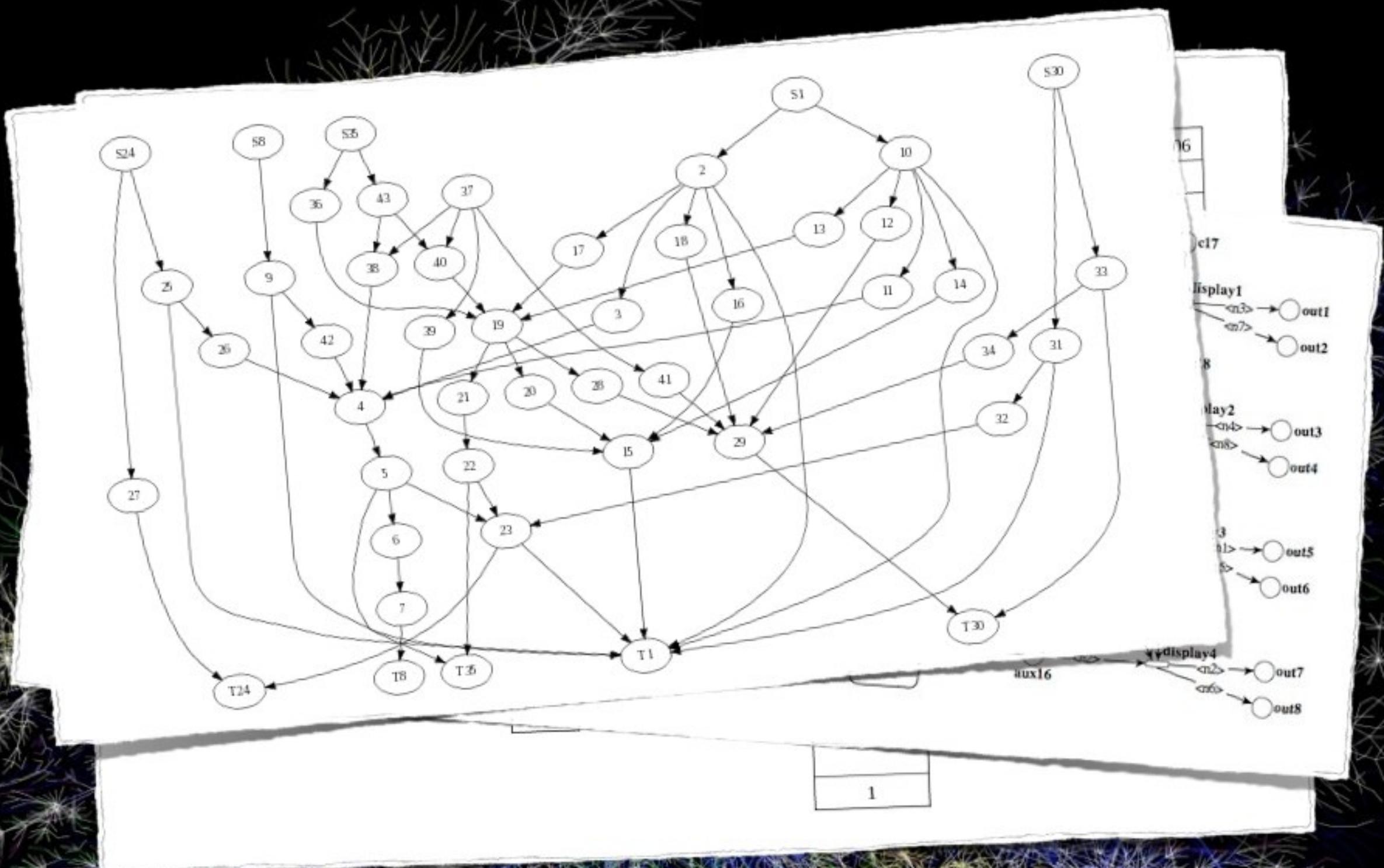
ET LES ASPECTS FONDAMENTAUX DANS TOUT CELA ?

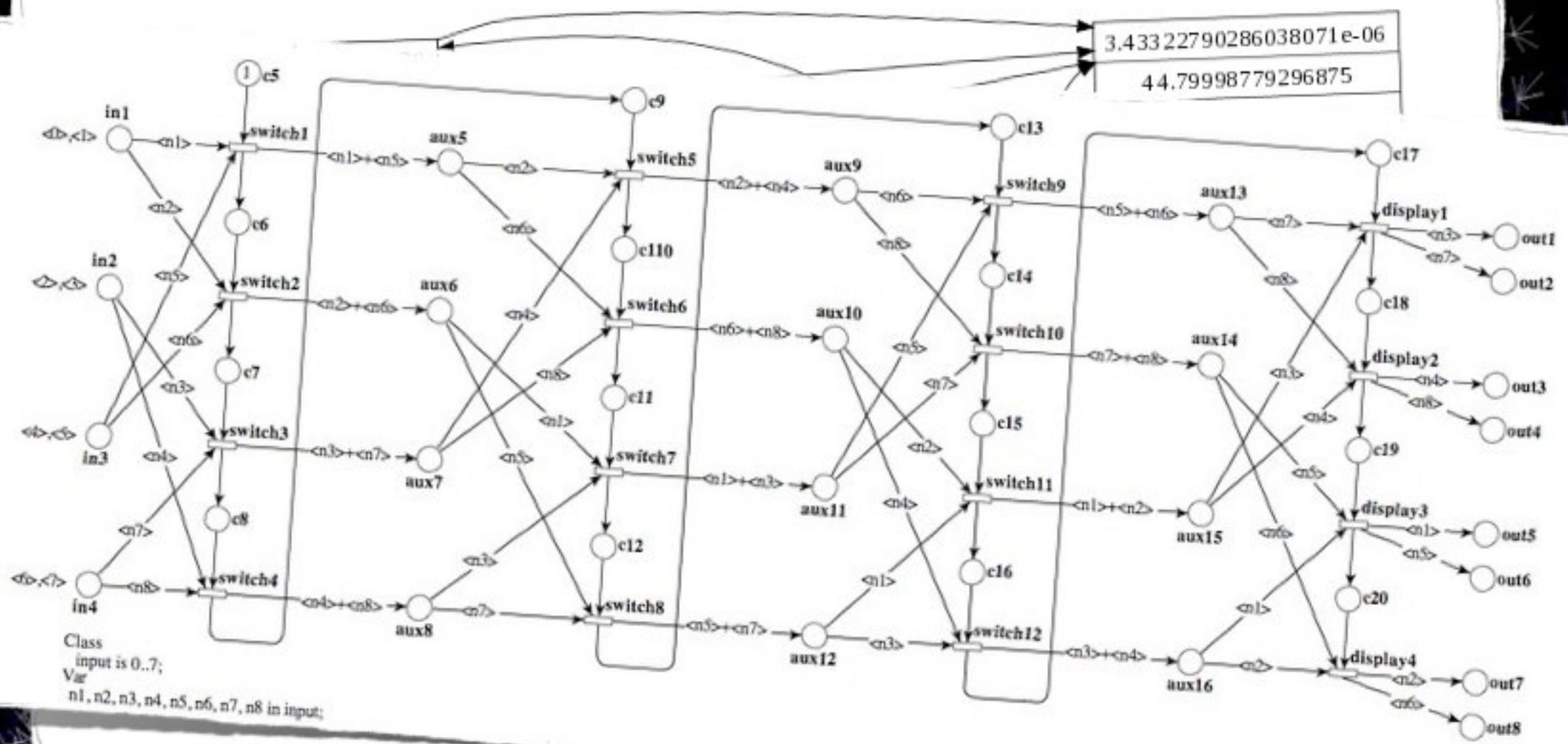
Domaine 4



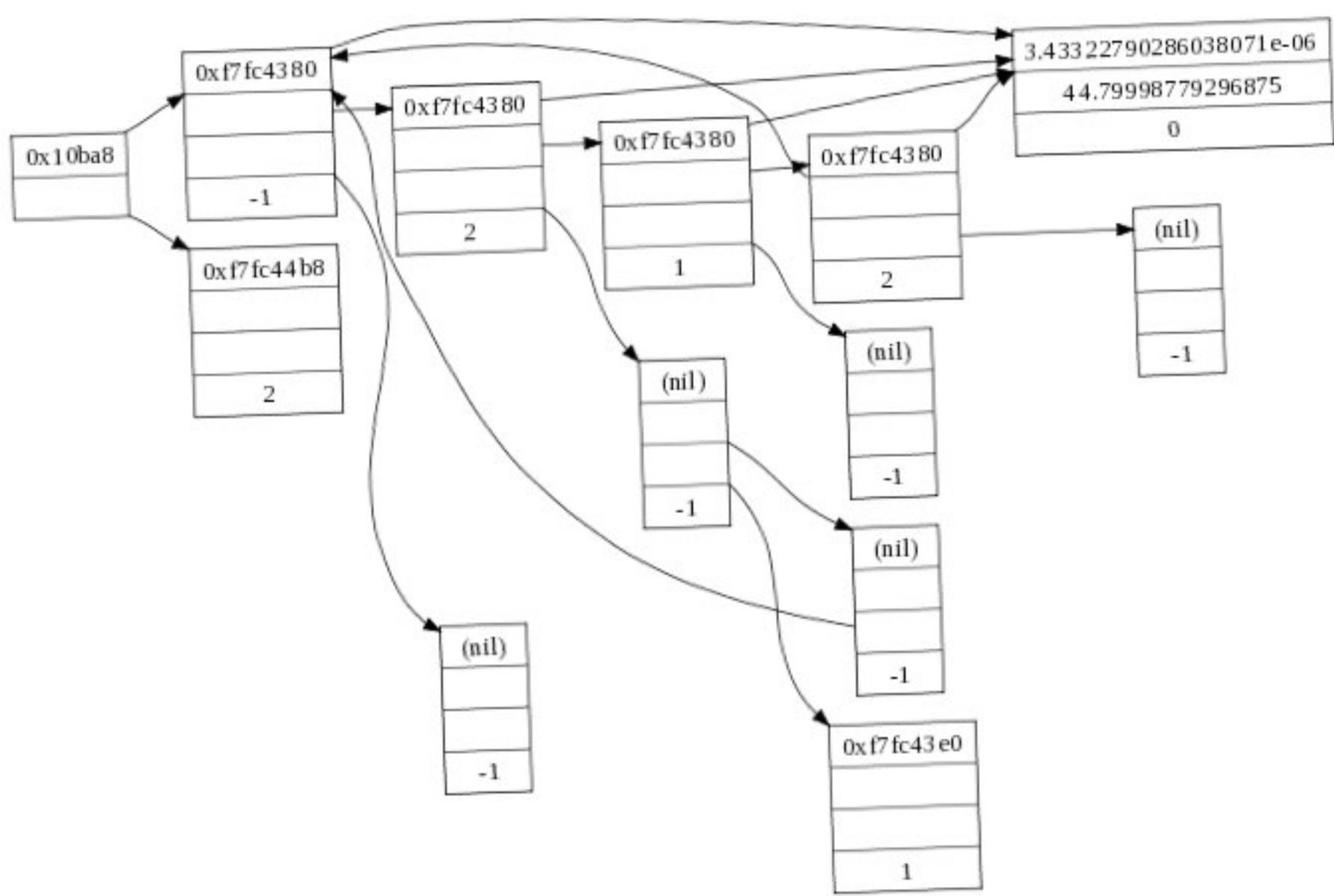


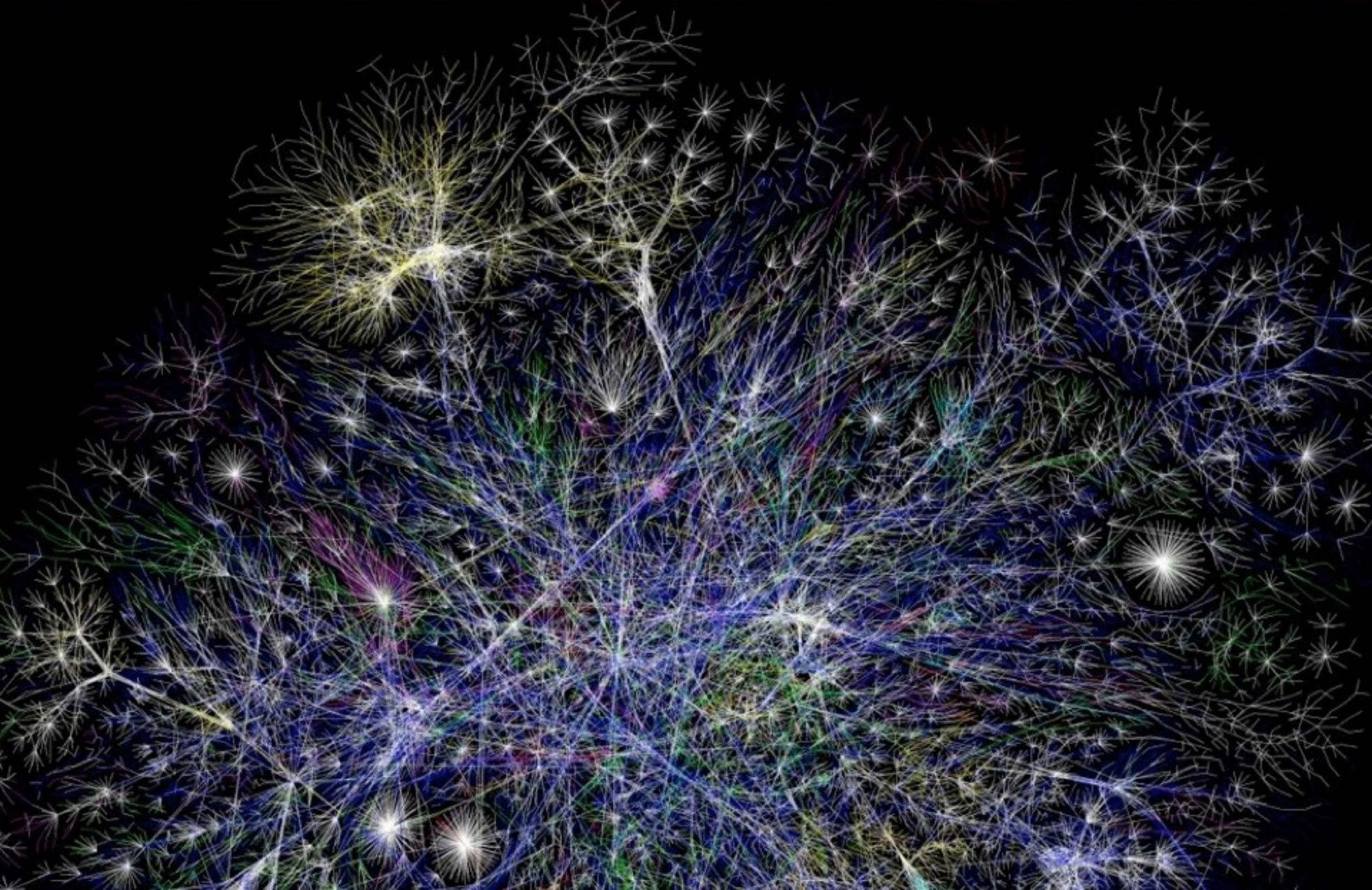






1





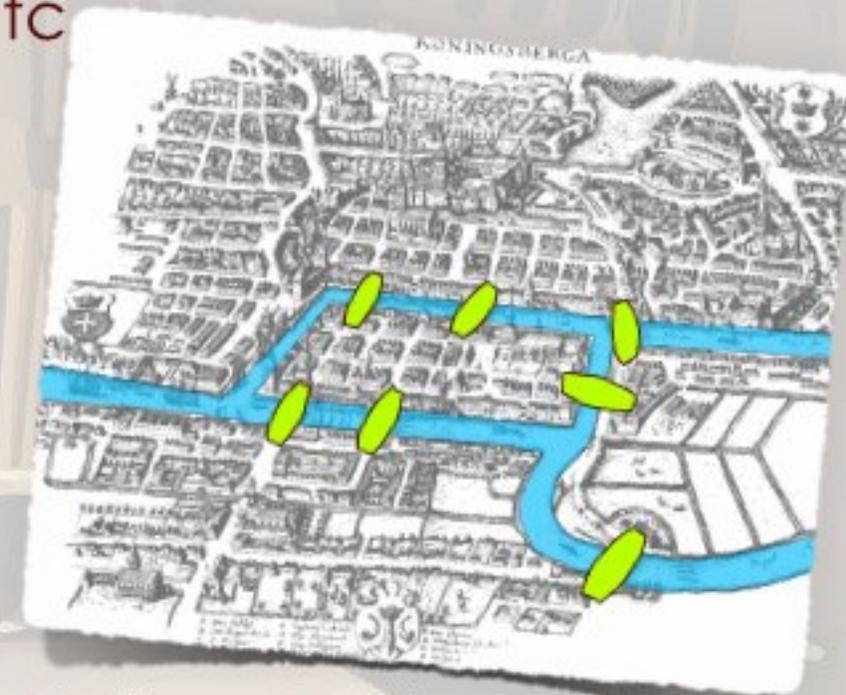
● Un objet courant en informatique

- Orienté, non orienté, 1-* classes de noeuds, etc

● Outil de modélisation

- « Problème des sept ponts de Königsberg »
- Euler, 1735 (publication en 1741)
- À l'origine de la « théorie des graphes »

● **Bien avant le premier ordinateur!**



● Outil de raisonnement sur des objets informatiques

- Automates
- Analyse de performances réseau
- Analyse des configurations d'un système

● **Logiciels critiques**

● **Model Checking (prix Turing 2007)**

- etc.

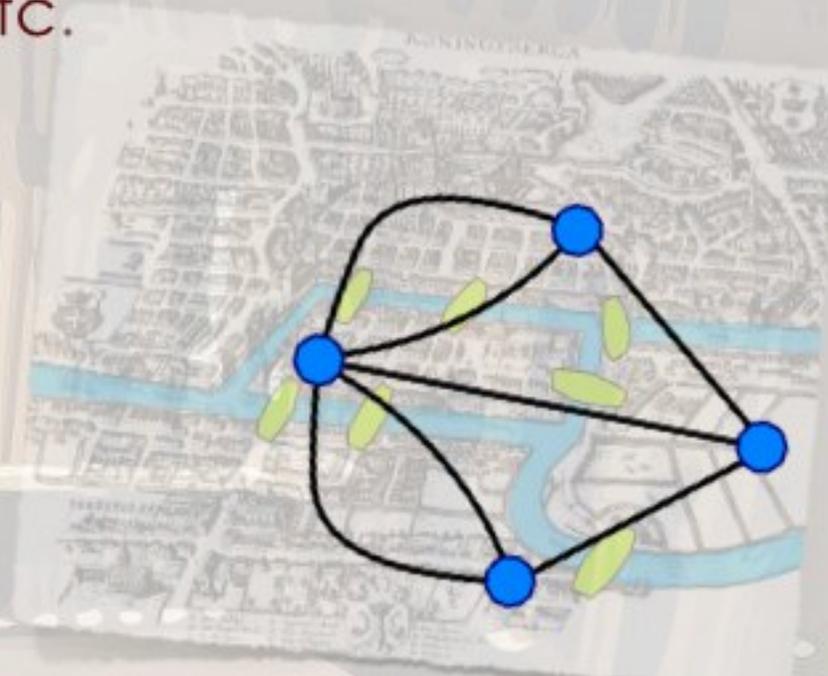
● Un objet courant en informatique

- Orienté, non orienté, 1-* classes de noeuds, etc.

● Outil de modélisation

- « Problème des sept ponts de Königsberg »
- Euler, 1735 (publication en 1741)
- À l'origine de la « théorie des graphes »

● **Bien avant le premier ordinateur!**



● Outil de raisonnement sur des objets informatiques

- Automates
- Analyse de performances réseau
- Analyse des configurations d'un système

● **Logiciels critiques**

● **Model Checking (prix Turing 2007)**

- etc.

- **Graphes avec des propriétés particulières**

- Connexe + absence de cycle

- **Usage intensif en informatique**

- Représentation de données

- Un programme
- Séquences d'appels de programmes
- Un document (HTML/XML)

- Algorithmique dédiée

- Parcours, équilibrage, recherche

- Graphes avec des propriétés particulières

- Connexe + absence de cycle

- Usage intensif en informatique

- Représentation de données

- Un programme
- Séquences d'appels de programmes
- Un document (HTML/XML)

- Algorithmique dédiée

- Parcours, équilibrage, recherche

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    printf("hello, world\n");
    return 0;
}
```

● Graphes avec des propriétés particulières

- Connexe + absence de cycle

● Usage intensif en informatique

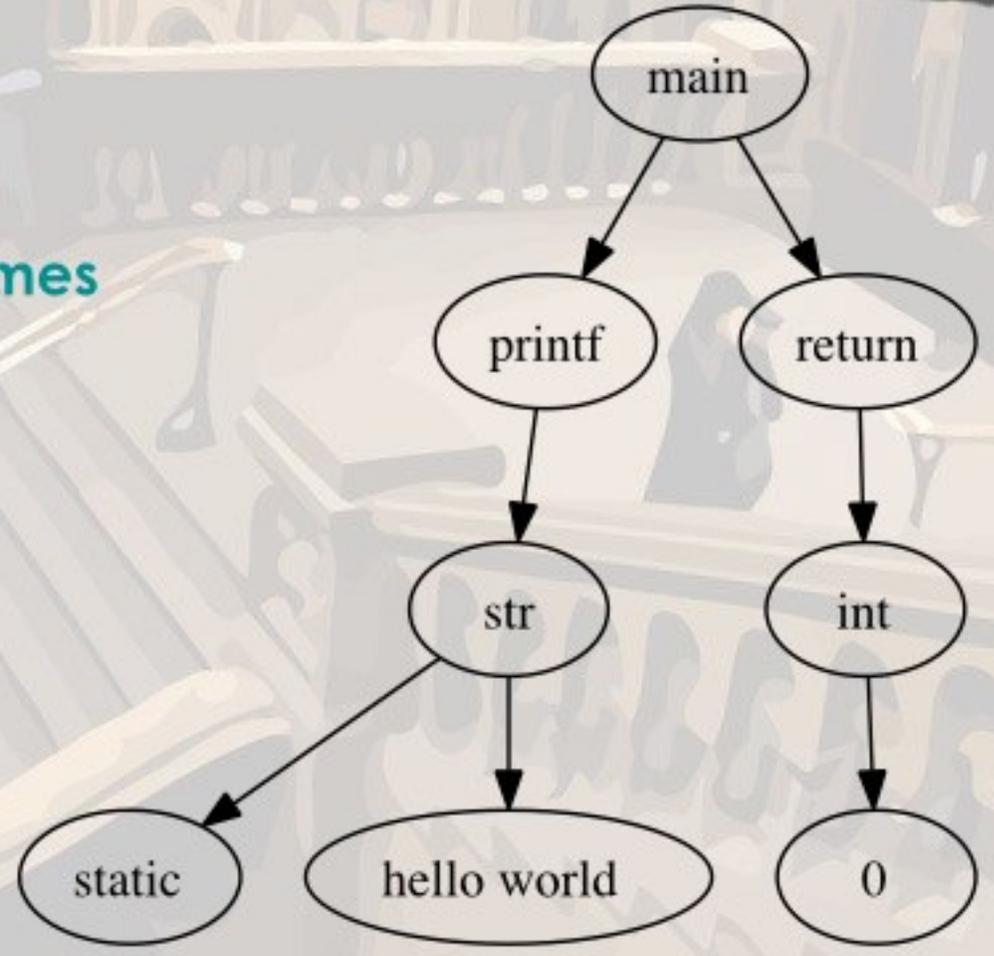
- Représentation de données

- Un programme
- Séquences d'appels de programmes
- Un document (HTML/XML)

- Algorithmique dédiée

- Parcours, équilibrage, recherche

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    printf("hello, world\n");
    return 0;
}
```



Graphes avec des propriétés particulières

● Connexe + absence de cycles

Usage intensif en informatique

● Représentation de données

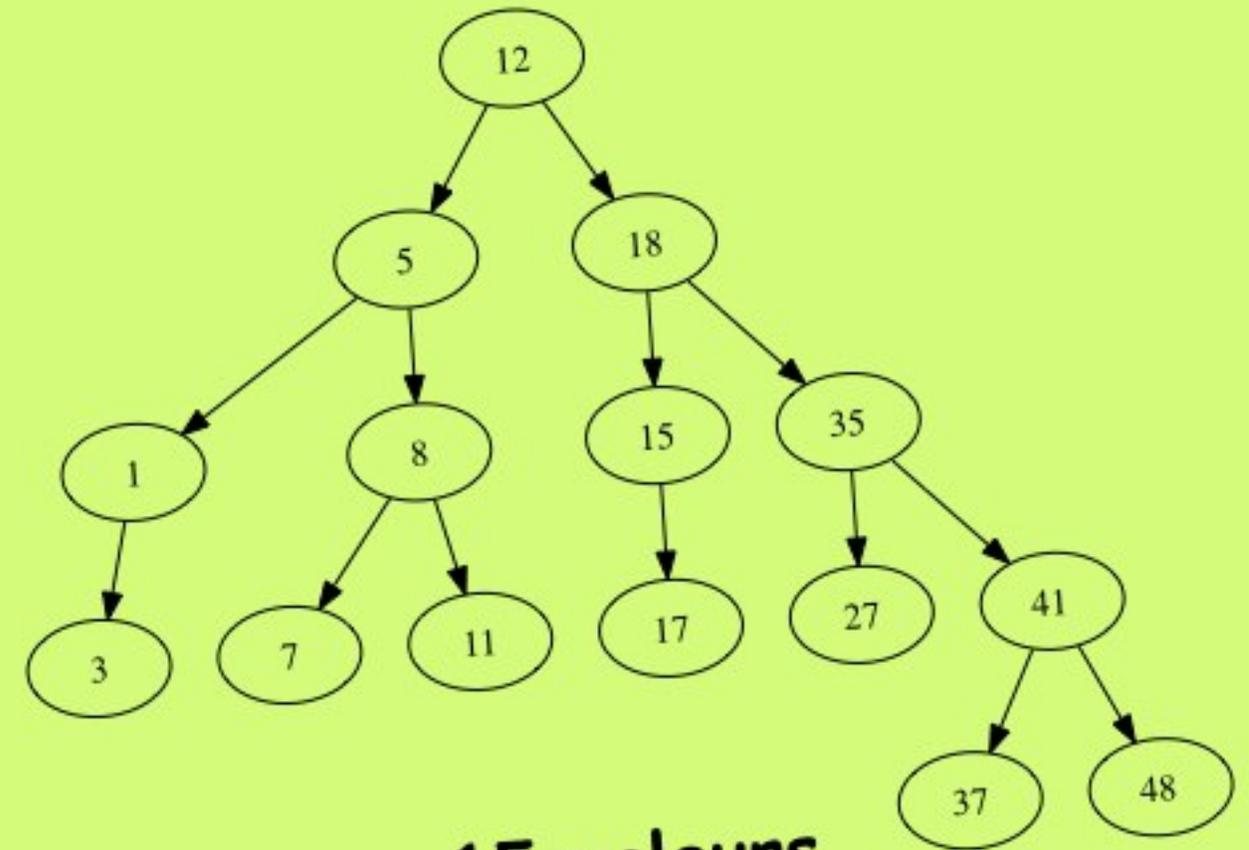
- Un programme
- Séquences d'appels
- Un document (HTML/JSON)

● Algorithmique dédiée

- Parcours, équilibrage,

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
```

Arbre binaire de recherche (vu en L)



15 valeurs

Tester la présence en 5 lectures maximum

● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```

● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```

val ret(=?)
n(=3)

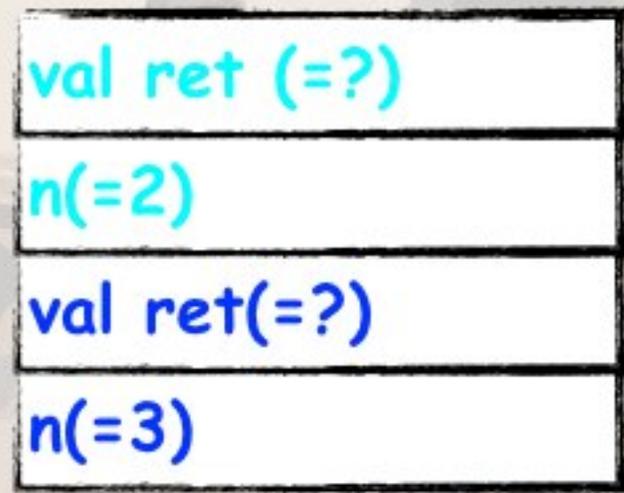
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



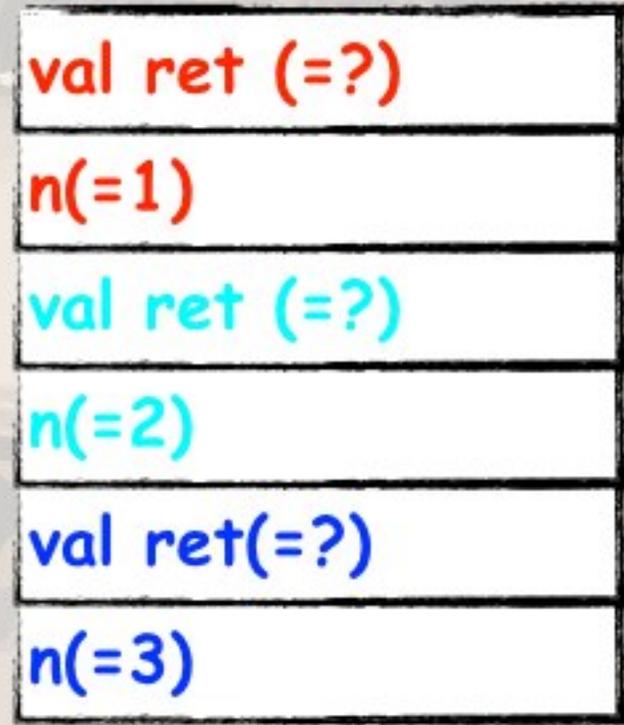
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



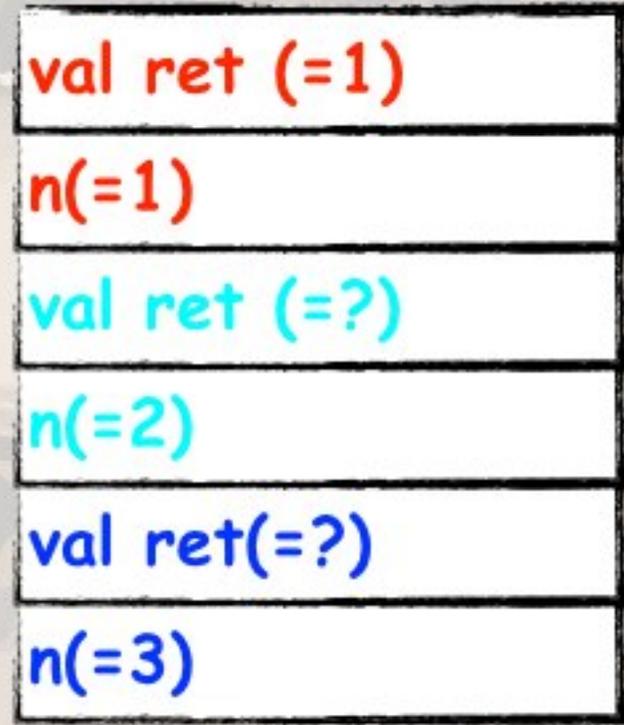
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



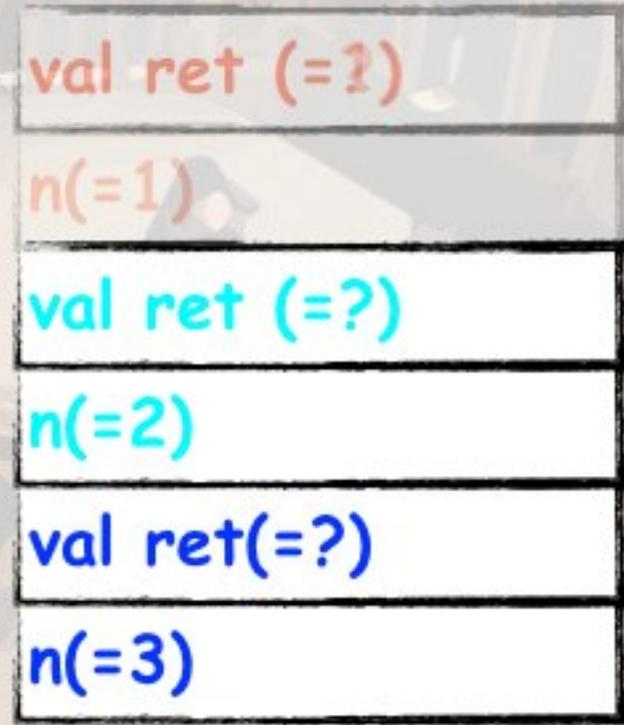
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



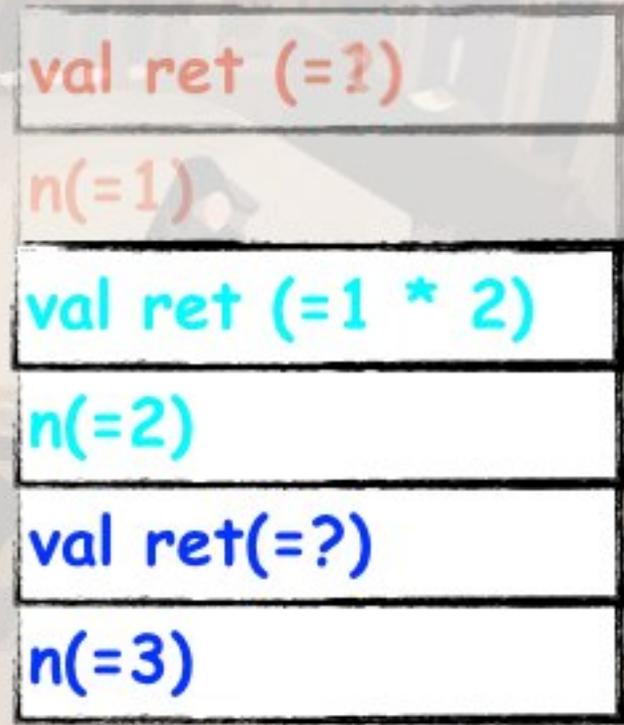
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



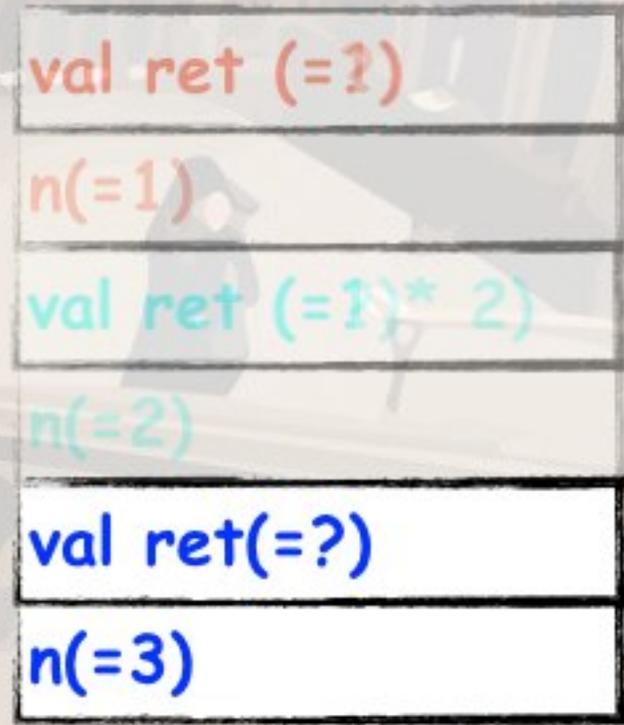
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



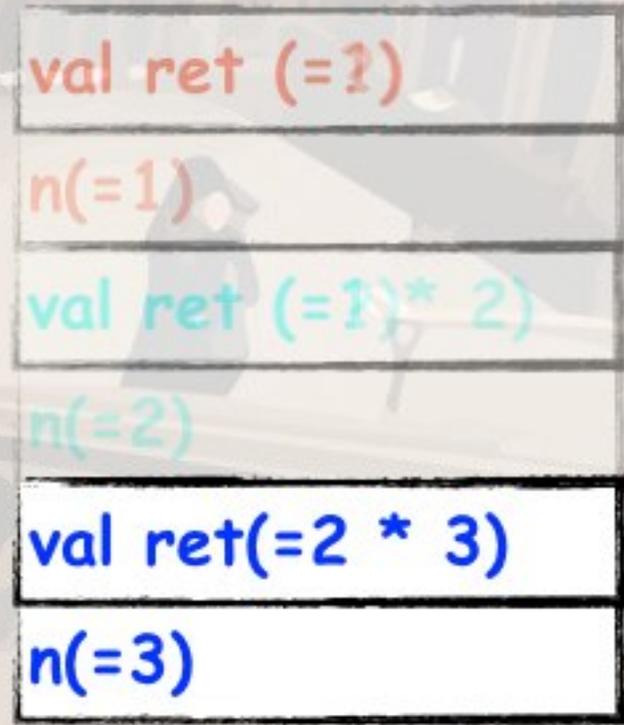
● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```



● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

$$F_0 = 1$$

$$F_N = F_{N-1} \times N$$

```
int F (int n) {  
    if (n == 1 || n == 0) {  
        return 1;  
    } else {  
        return F (n-1) * n;  
    }  
}
```

$$F(3) = 6$$



● Vous avez une pile dans votre ordinateur

- LIFO - last in first out
- Empilement des contextes d'exécution d'une fonction
- Nécessaire pour gérer la récursivité

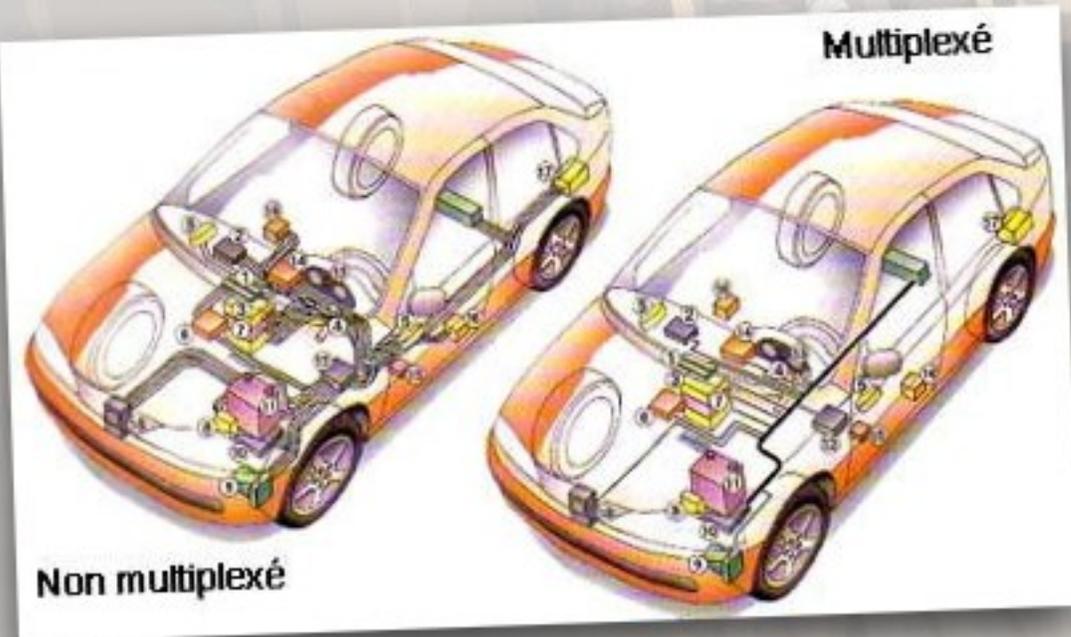
● File: FIFO - first in first out

● Certains réseaux = files de messages

- bus CAN (controller area network) dans les voitures

● Communications entre applications

- Linux, MacOS, Windows, iOS, Android



● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{ème} siècle)

- Base de l'informatique

- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , xor , \Rightarrow , \Leftrightarrow

- **Table de vérités, composition de tables**

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{ème} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR, \Rightarrow , \Leftrightarrow

● Table de vérités, composition de tables

● Logique du premier ordre (fin XIX^{ème} / début XX^{ème})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{ème} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , xor , \Rightarrow , \Leftrightarrow

● Table de vérités, composition de tables

Base
matérielle

● Logique du premier ordre (fin XIX^{ème} / début XX^{ème})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{ème} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR , \Rightarrow , \Leftrightarrow

● Table de vérités, composition de tables

Base
matérielle

● Logique du premier ordre (fin XIX^{ème} / début XX^{ème})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées

Prouveurs
IA

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{eme} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR , \Rightarrow , \Leftrightarrow

● Table de vérités, composition de tables



● Logique du premier ordre (fin XIX^{eme} / début XX^{eme})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées



● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R
- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{eme} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR , \Rightarrow , \Leftrightarrow



● Table de vérités, composition de tables

● Logique du premier ordre (fin XIX^{eme} / début XX^{eme})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées



● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R



- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{eme} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR , \Rightarrow , \Leftrightarrow

Base matérielle

● Table de vérités, composition de tables

● Logique du premier ordre (fin XIX^{eme} / début XX^{eme})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées

Prouveurs IA

● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R



- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{ème} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: $\neg, \wedge, \vee, \text{XOR}, \Rightarrow, \Leftrightarrow$

● Table de vérités, composition de tables



● Logique du premier ordre (fin XIX^{ème} / début XX^{ème})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall, \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées



● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R



- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{eme} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: \neg , \wedge , \vee , XOR , \Rightarrow , \Leftrightarrow

Base matérielle

● Table de vérités, composition de tables

● Logique du premier ordre (fin XIX^{eme} / début XX^{eme})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall , \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées

Prouveurs IA

● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R



- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

● Logique Booléenne (algèbre de Boole, XIX^{eme} siècle)

- Base de l'informatique
- Opérateurs: $\neg, \wedge, \vee, \text{XOR}, \Rightarrow, \Leftrightarrow$

● Table de vérités, composition de tables



● Logique du premier ordre (fin XIX^{eme} / début XX^{eme})

- Alphabet + variables + opérateurs (booléens, \forall, \exists)
- Modus ponens : si on a **f** et **f** \Rightarrow **g**, alors on a **g**
- Base pour les démonstrations automatisées



● Logiques temporelles

- Causalité entre événements (caractérisée par d'autres logiques)?
- Linear Time Logic : X, F, G, U, R



- Computational Tree Logic (CTL) = LTL + quantificateurs

L'INFORMATIQUE À L'UPMC

- **Le premier diplôme «informatique» en France (1967)**

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi)

- Mast (ingénieurs)

**L'informatique est à la convergence
de disciplines différentes et
de l'imagination humaine.**

**Elle sert de lien entre tous
ces domaines.**

- **Le premier diplôme «informatique» en France (1967)**
 - Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
 - Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)

L1 (BGC, PCGI, MIPI)

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)

Master mention informatique

L Electronique

L Math/ PIMA

L1 (BGC, PCGI, MIPI)

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)

L Biologie

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)

Infrastructures et
Applications

SESI RES SAR STL SPFN

Master mention informatique

L Electronique

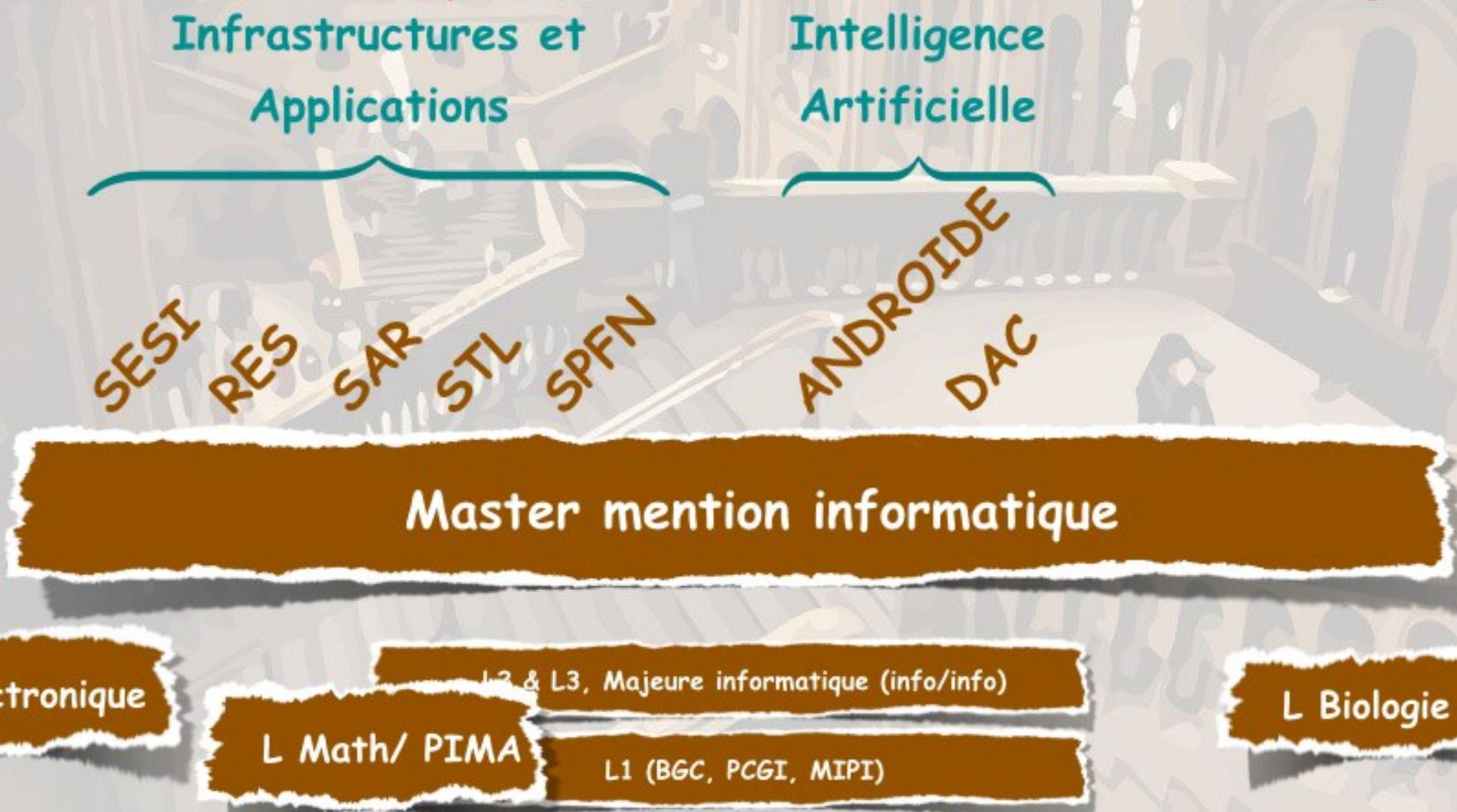
L Math/ PIMA

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)
L1 (BGC, PCGI, MIPI)

L Biologie

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)



● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)



L Electronique

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)
L1 (BGC, PCGI, MIPI)
L Math/ PIMA

L Biologie

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)

Infrastructures et Applications

Intelligence Artificielle

bi-disciplinaire

Licence = niveau «technicien supérieur»

SAR STL SPFN

ANDROÏDE DAC

IMA BIM

Master mention informatique

L Electronique

L Math/ PIMA

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)

L1 (BGC, PCGI, MIPI)

L Biologie

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)

Infrastructures et Applications

Intelligence Artificielle

bi-disciplinaire



L Electronique

L Math/ PIMA

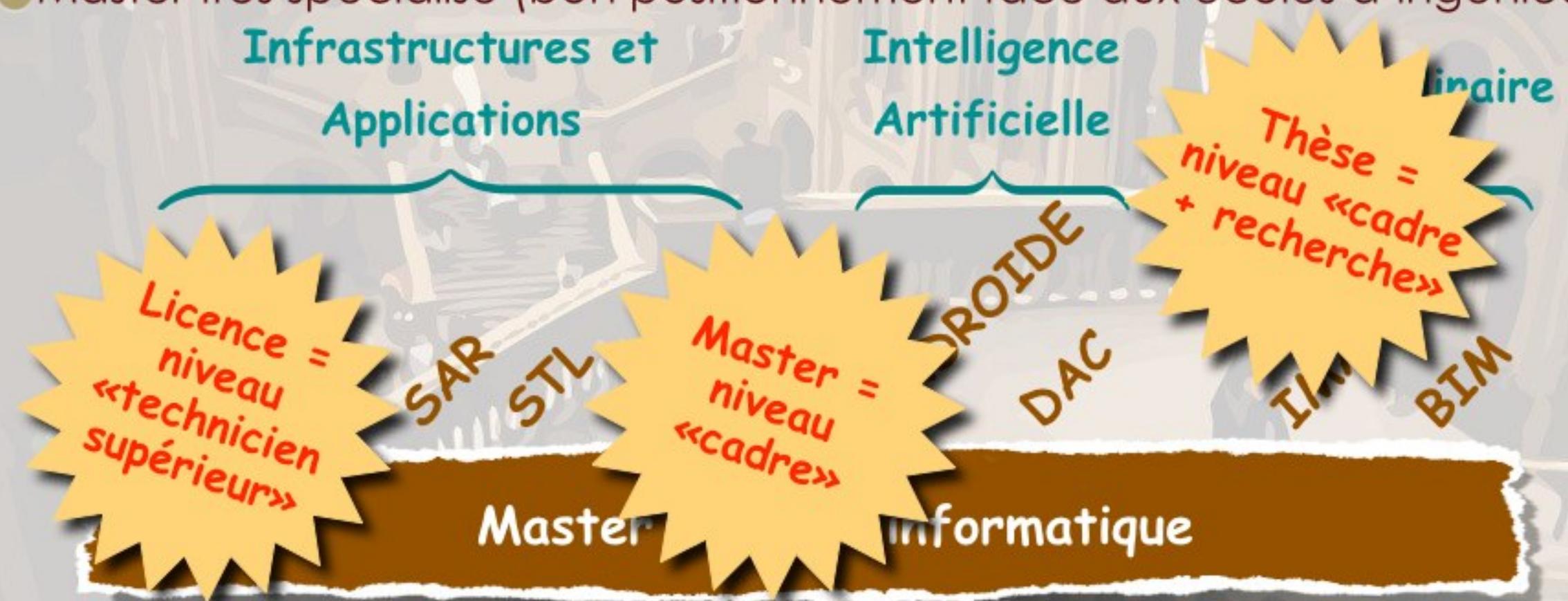
L1 (BGC, PCGI, MIPI)

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)

L Biologie

● Le premier diplôme «informatique» en France (1967)

- Actuellement, le plus gros master de France (l'un des mieux cotés aussi ;-)
- Master très spécialisé (bon positionnement face aux écoles d'ingénieurs)



L Electronique

L Math/ PIMA

L2 & L3, Majeure informatique (info/info)

L1 (BGC, PCGI, MIPI)

L Biologie



Venez la découvrir
En licence/master... et plus



- **C'est extrêmement différent de ce que vous pensez**
 - Vous avez au mieux une vision d'utilisateurs
- **C'est une véritable science**
 - Aspects technologiques certes
 - Beaucoup d'aspects fondamentaux
- **Informatique pour «fuir les maths» ⇒ danger**
 - C'est une science dérivée des mathématiques bien sûr
 - Al-Khwarismi, Babbage, Gödel, Turing, von Neuman, etc.



Venez la découvrir
En licence/master... et plus



● C'est extrêmement différent de ce que vous pensez

● Vous avez au mieux une vision d

Après le master, chômage ≈ 3 semaines

● C'est une véritable science

- Aspects technologiques certes
- Beaucoup d'aspects fondamentaux

● Informatique pour «fuir les maths» ⇒ danger

● C'est une science dérivée des mathématiques bien sûr

● Al-Khwarismi, Babbage, Gödel, Turing, von Neuman, etc.



Venez la découvrir En licence/master... et plus



● C'est extrêmement différent de ce que vous pensez

● Vous avez au mieux une vision d

Après le master, chômage ≈ 3 semaines

1er salaire 35K€/an 2350€/mois (avant impôts)

● C'est une véritable science

- Aspects technologiques certes
- Beaucoup d'aspects fondamentaux

● Informatique pour «fuir les maths» ⇒ danger

● C'est une science dérivée des mathématiques bien sûr

👤 Al-Khwarismi, Babbage, Gödel, Turing, von Neuman, etc.



Venez la découvrir En licence/master... et plus



● C'est extrêmement différent de ce que vous pensez

● Vous avez au mieux une vision d

Après le master, chômage ≈ 3 semaines

1er salaire 35K€/an 2350€/mois (avant impôts)

● C'est une véritable science

- Aspects technologiques certes
- Beaucoup d'aspects fondamentaux

Doctorat mieux reconnu (informatique)

● Informatique pour «fuir les maths»

● C'est une science dérivée des mathématiques bien sûr

● Al-Khwarismi, Babbage, Gödel, Turing, von Neuman, etc.

● Coursus informatique à l'UPMC

● Licence : <http://www-master.ufr-info-p6.jussieu.fr/lmd>

● Master : <http://www-licence.ufr-info-p6.jussieu.fr/lmd>

● CIGREF - club informatique des grandes entreprises françaises

● <http://www.cigref.fr>

● SYNTEC - regroupe les SSII (1250 groupes)

● <http://www.syntec.fr>

● Pour trouver de l'emploi (voir les offres)

● 01 informatique :

● <http://www.01net.com>

● Le monde informatique :

● <http://www.lemondeinformatique.fr/emploi-informatique-internet-et-nouvelles-technologies-12.html>

● [lesjeudi.com](http://www.lesjeudi.com) :

● <http://www.lesjeudis.com>

● [monster.fr](http://www.monster.fr) :

● <http://www.monster.fr>

