

Aconit, 24 avril 2012

## Le virtuel en informatique : de la machine au musée

Sacha Krakowiak

Université de Grenoble

## C'est quoi, le «virtuel» ?

### ❖ Initialement ...

Sens courant : un potentiel

gain virtuel

victoire virtuelle

Sens scientifique : un reflet abstrait du monde physique

travail virtuel (en mécanique)

image virtuelle (en optique)

### ❖ Dans la société numérique

L'image d'un objet ou d'une situation réels ...

rencontres virtuelles, communautés virtuelles

... mais aussi des images s'éloignant de la réalité

mondes virtuels

réalité virtuelle

... et la réintégration du virtuel dans le réel

visite virtuelle, réalité augmentée

## Le virtuel en informatique

### ❖ La méthode informatique repose sur quelques *paradigmes*

Paradigme : démarche, mode d'organisation, structure  
applicable à une large classe de situations, et ayant valeur  
d'exemple, dans les deux sens du terme

illustration d'une démarche

modèle à suivre

### ❖ La *virtualisation* est l'un des paradigmes de base de l'informatique

pour les infrastructures

mémoire virtuelle, machine virtuelle, ...

pour les applications

réalité virtuelle, musée virtuel

## Virtualisation des infrastructures

## Les deux faces de la virtualisation

### ❖ Ascendante (abstraction)

Un outil de partage de ressources

Création de ressources «hautes»

Multiplexage de ressources «basses»

Interface visible, réalisation cachée

Transformation (ou non) d'interfaces

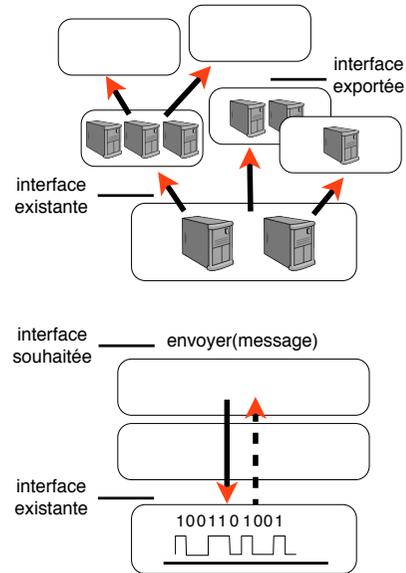
Valeur ajoutée (potentielle)

### ❖ Descendante (raffinement)

Un outil de conception

De la spécification à la réalisation

Hierarchie de machines abstraites



## Quoi virtualiser, et pourquoi ?

### ❖ Virtualiser des ressources

À l'intérieur d'un système d'exploitation

processeur => processus, mémoire physique => mémoire virtuelle

écran => fenêtre, périphérique => flot d'entrée-sortie, ...

### ❖ Virtualiser une machine

Pour multiplexer les ressources

Pour accueillir plusieurs systèmes d'exploitation

Pour assurer sécurité et tolérance aux fautes

### ❖ Virtualiser un réseau

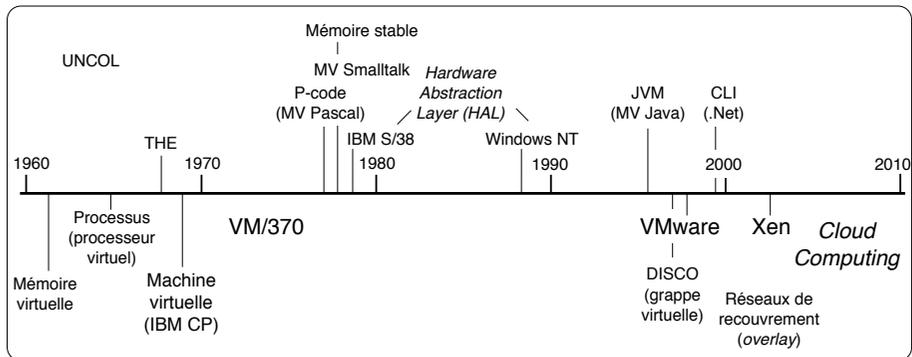
Pour spécialiser une fonction (sécurité, performances, ...)

### ❖ Virtualiser un environnement d'exécution

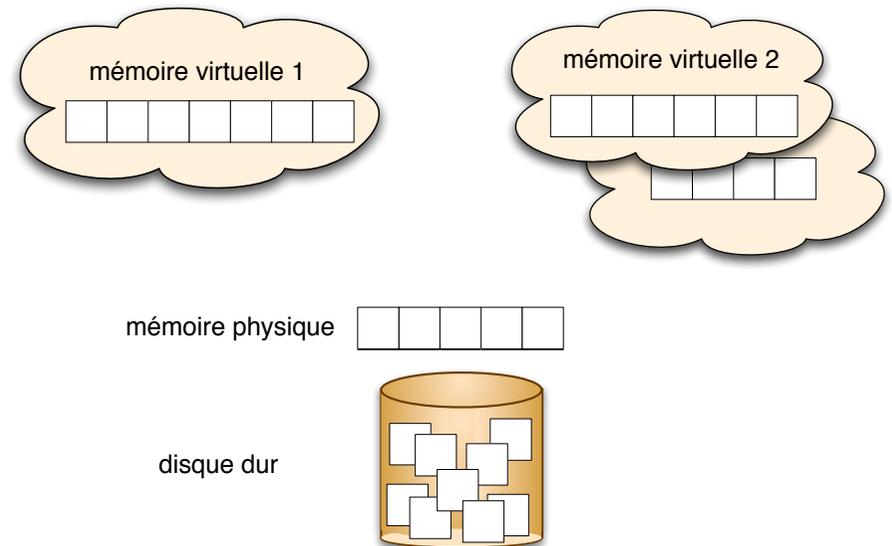
Langage de programmation (machine virtuelle dédiée au langage)

Plate-forme (+ intergiciel (+ support d'applications))

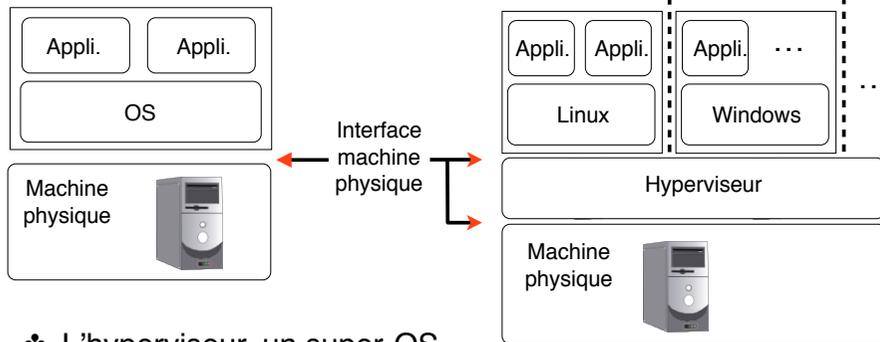
## Brève histoire de la virtualisation des infrastructures



## Un exemple : la mémoire virtuelle



## Machines virtuelles



### ❖ L'hyperviseur, un super-OS

Présente une interface uniforme aux machines virtuelles (MVs)

Gère (et protège) les ressources physiques

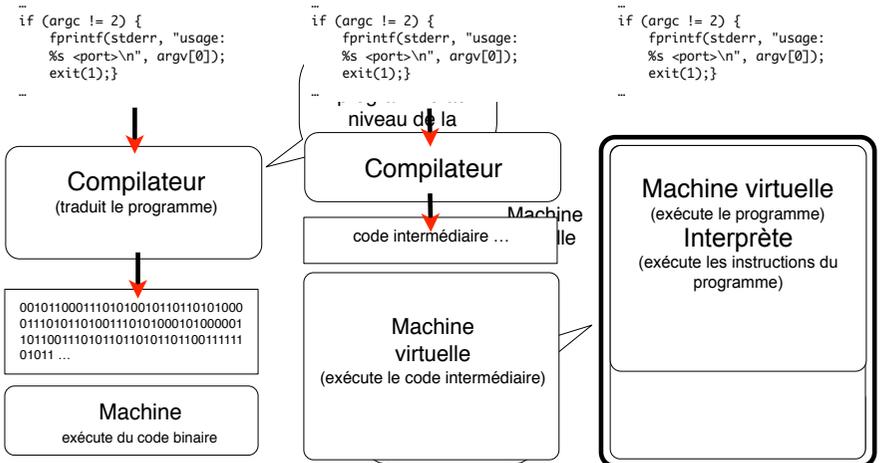
Encapsule l'état interne des MVs

C'est un composant critique

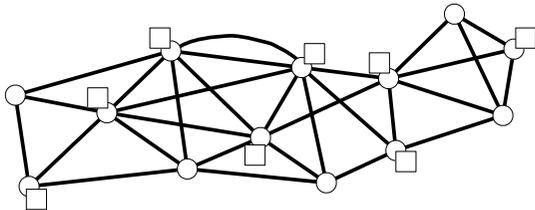
Isolation  
Défaillances  
Sécurité

## Machines virtuelles et langages de programmation

Problème : combler l'écart entre le programme en langage de haut niveau et le code binaire exécutable de la machine



## Réseaux virtuels



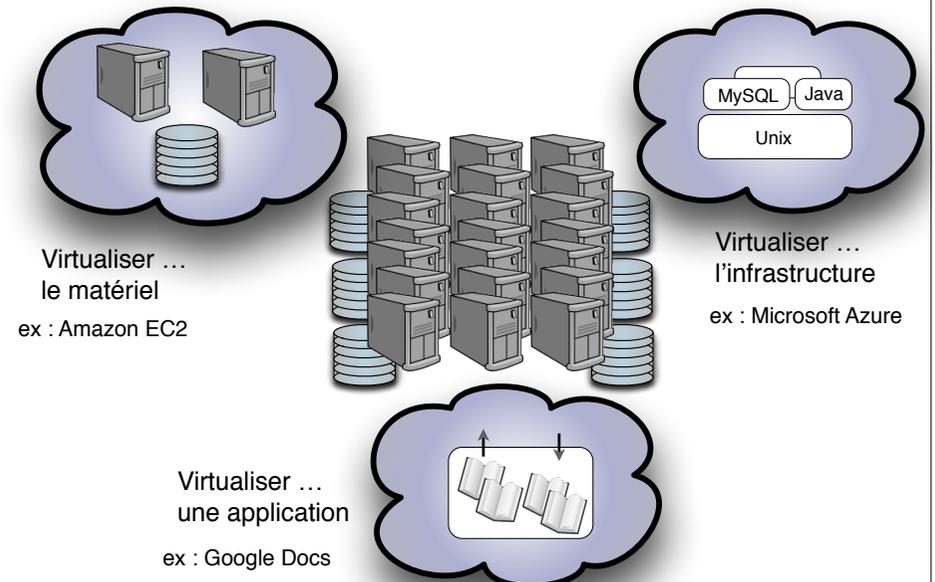
### ❖ Objectifs

Routage  
Fiabilité  
Sécurité, confidentialité  
Qualité de service  
Support d'une plate-forme  
...

### ❖ Exemples

L'Internet lui-même  
Tables de hachage réparti  
*Virtual Private Network (VPN)*  
Service spécialisé (distribution de contenu)  
...

## Cloud computing : l'informatique en nuage



## Cloud computing : l'informatique en nuage

### ❖ Une vision ancienne...

«... computing may someday be organized as a public utility just as the telephone system is a public utility»

John McCarthy, 1961

### ❖ ... en voie de réalisation ?

### ❖ Virtualisation à grande échelle

du matériel : *Infrastructure as a Service* (Amazon EC2)

de l'environnement d'exécution : *Platform as a Service* (Microsoft Azure)

du support d'applications : *Software as a Service* (Google Docs)

### ❖ Un nouveau modèle économique ...

... mais des problèmes potentiels

### ❖ Un domaine de recherche ouvert

Nombreuses conférences et publications

## Questions sur les nuages

### ❖ Quels sont les traits originaux ?

«Élasticité» : le client paie ce qu'il consomme, facturation à grain fin

Pour le client : économie, pas de risque de sur/sous-dimensionnement, capacité potentiellement illimitée

Pour le fournisseur : gain (effet d'échelle, multiplexage statistique, rentabilisation des investissements)

Réactivité aux variations de la demande

D. Owens, "Securing Elasticity in the Cloud", *Comm. of the ACM*, vol. 53, no 6, June 2010

### ❖ Quels sont les risques et les difficultés ?

Limites techniques : passage à grande échelle, évolution, latence

Perte de contrôle sur les données (localisation, sécurité, ...)

Pas de baisse significative du prix sans sacrifier

les garanties de performances

les garanties de disponibilité

les garanties de sécurité

D. Durkee, "Why Cloud Computing Will Never Be Free", *Comm. of the ACM*, vol. 53, no 5, May 2010

## Virtualisation des infrastructures

### ❖ Renaissance et extension du champ de la virtualisation

Des nuages aux systèmes embarqués

Plates-formes et applications dématérialisées

Portables d'un support à un autre, d'un lieu à un autre

Outil de gestion globale des ressources

Support d'expérimentation

### ❖ En résumé...

Réinvention de l'interface (la vue de l'utilisateur)

Souplesse et adaptation

Économie

### ❖ Défis

Pour l'utilisateur

Pour le concepteur

Contrôle (gestion, données)  
Garanties (sécurité, disponibilité)

Économie  
Gestion automatisée

## Virtualisation des applications

## Réalité virtuelle : qu'est-ce que c'est ?

### ❖ Définition

Simulation d'un environnement réel ou imaginaire intégrant l'être humain

### ❖ Caractéristiques

#### Monde virtuel

Un espace ayant ses objets et ses règles propres

#### Immersion

Plongement (physique, mental) du sujet dans le monde virtuel

#### Retour sensoriel

Impressions sensorielles pouvant dépendre de la position du sujet

#### Interaction

Réponse de l'environnement aux actions du sujet

## Réalité virtuelle : à quoi ça sert ?

### ❖ Simulation du monde réel

Conception et production assistées  
Exploration  
Applications militaires

### ❖ Sciences

Visualisation avancée

### ❖ Santé

Modélisation du corps  
Chirurgie assistée  
Assistance médicale

### ❖ Commerce Services

Catalogues  
Personnalisation

### ❖ Éducation

Musées virtuels

### ❖ Sport

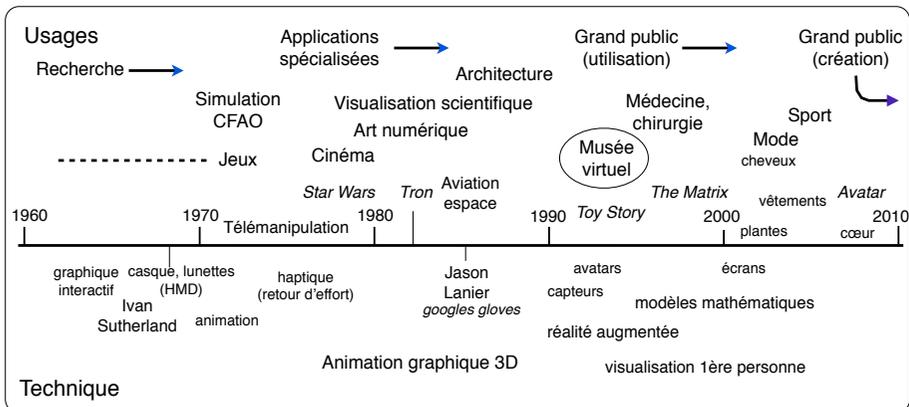
### ❖ Activités artistiques

Jeux vidéo et autres  
Cinéma numérique (+ 3D)

### ❖ Divertissement

### ❖ ...

## Brève histoire de la réalité virtuelle



## Les musées virtuels

### ❖ La visite d'un musée physique ...

avec de nouvelles interfaces pour les parcours pour la visualisation des objets avec personnalisation possible

Enrichissement

### ❖ ... ou une construction originale

un monde virtuel libre de contraintes une capacité d'interaction

Création

### ❖ ... ou un mélange des deux

un musée physique enrichi

## Vers un musée virtuel de l'informatique

- ❖ Un constat
- ❖ Des motivations
- ❖ Un projet

## Le constat

- ❖ Le numérique est partout
- ❖ Mais
  - Le grand public n'en a qu'une connaissance limitée
  - Les métiers du numérique n'attirent plus les jeunes, et tout particulièrement les jeunes filles

## Les motivations

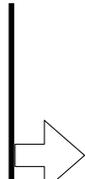
- ❖ Faire comprendre les concepts des sciences du numérique à travers l'approche historique
  - Nous pensons que cette approche sera moins rébarbative, plus pédagogique
- ❖ Faire connaître les collections d'Aconit à travers des parcours personnalisés
  - Des parcours seront définis pour les débutants, les plus jeunes, mais aussi pour des amateurs avertis
- ❖ Attirer les jeunes vers les métiers liés à l'informatique
  - 50 % des emplois de cadres technique
  - Des professions où les filles peuvent s'épanouir

## Projet d'Aconit : les deux volets

- ❖ Le musée virtuel
  - Diffusion de la culture scientifique et technique de l'informatique via une démarche historique
- ❖ Les vitrines d'exposition
  - Mise en valeur de quelques objets de la collection d'Aconit dans leur contexte historique, scientifique et technique

## Les atouts de l'approche virtuelle

- ❖ **Souplesse d'utilisation**
  - Absence de contraintes
  - Capacité de personnalisation
  - Capacité d'évolution
- ❖ **Association (liens)**
  - Selon des critères divers
- ❖ **Interaction**
- ❖ **Visualisation avancée**
  - Zoom
  - Rotation
  - Vues éclatées
  - ...

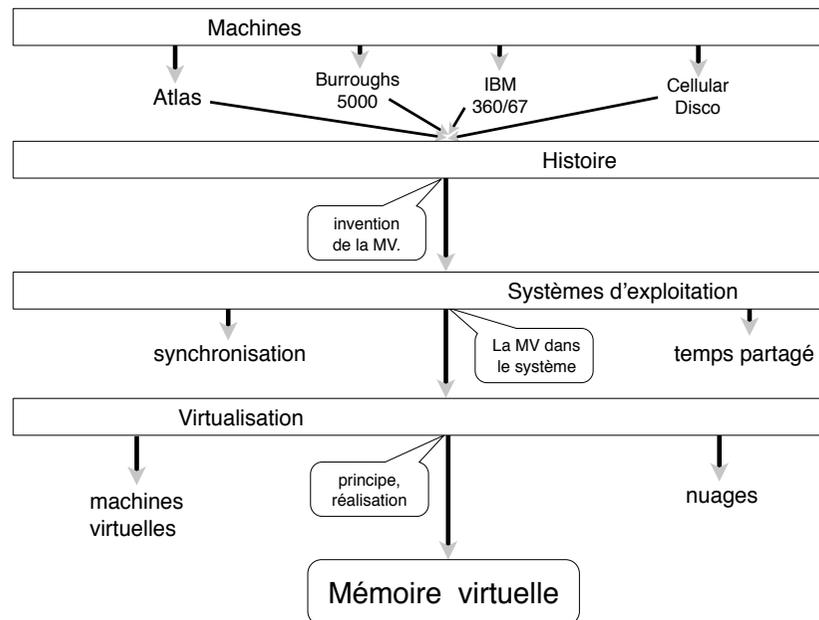


Parcours thématiques guidés  
 Parcours libres  
 Retour en arrière  
 Pause, reprise  
 Repérage permanent  
 Adaptation au public  
 Niveaux divers d'explication  
 Durée de la visite  
 Langue  
 Adaptation aux supports  
 Retour d'expérience  
 Création de communautés  
 Mise à jour permanente  
 ...

Le musée virtuel n'est pas une version *low cost* d'un musée physique

## Organisation du musée virtuel

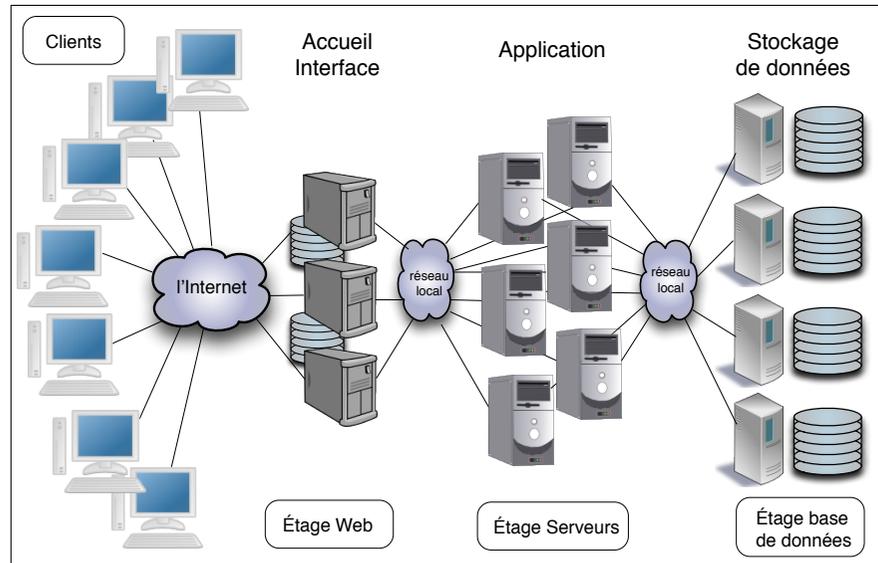
- ❖ **Une grande souplesse de mise en œuvre**
- ❖ **Organisations multiples**
  - «Classique» (galeries, salles, vitrines, etc.)
  - Thématique, chronologique, etc.
- ❖ **Niveaux multiples**
  - Selon la compétence du visiteur (novice, informé, spécialiste)
  - Selon le degré de détail, le temps consacré
- ❖ **Parcours multiples**
  - Prédéfinis (selon différents thèmes)
  - Libres (au choix du visiteur)
  - Transition possible entre parcours



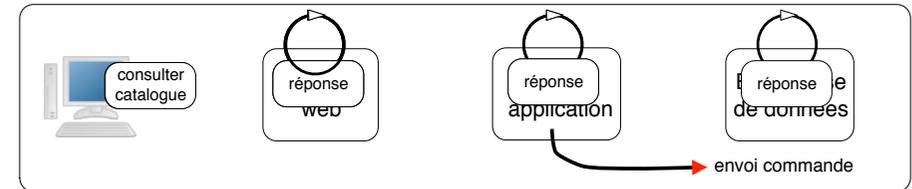
## Présenter la science informatique

- ❖ **Problème**
  - L'informatique est généralement perçue comme une *technique* ... et pas seulement dans le grand public
  - Il faut faire passer l'idée que c'est aussi une *science*
- ❖ **Démarche choisie**
  - Partir de ce que connaît le public
  - Les applications usuelles
  - «Démontrer» une application pour en illustrer le fonctionnement
  - Expliquer les difficultés
  - Montrer les principes qui font «que ça marche» ...
  - ... et ouvrir les portes pour aller plus loin

## Un exemple : le commerce électronique



## Exploiter un exemple (1)



- ❖ L'enchaînement des opérations
  - Notion d'algorithme
- ❖ La consultation de la base
  - Notions d'information et de données
- ❖ La présentation sur écran
  - Notion d'interface
- ❖ La collaboration des différentes entités
  - Notion de communication

## Exploiter un exemple (2)

L'application doit :

- ❖ Faire ce qu'on veut qu'elle fasse
  - Cahier des charges, spécification
  - ▶ Vérification, validation, ... preuve
- ❖ Être efficace
  - En temps, mémoire, bande passante...
  - ▶ Analyse de performances, optimisation
- ❖ Résister aux événements imprévus et indésirables
  - Pic de charge, pannes, attaques, ...
  - ▶ Redondance, protection
- ❖ Respecter l'ergonomie
  - ▶ Conformité aux usages et attentes des utilisateurs

## Organisation du contenu (1)

- ❖ Idées directrices
  - Couvrir l'ensemble du champ thématique de l'informatique
    - pas seulement les objets physiques
  - Utiliser l'approche historique pour faire passer les concepts
  - Proposer quelques parcours-types ...
    - vue d'ensemble
    - principes
    - machines et technologie
    - industrie
      - l'industrie informatique
      - l'informatique dans l'industrie
    - personnages de l'informatique
    - applications, impact sociétal
  - ... mais permettre une navigation libre
    - à plusieurs niveaux de compétence

## Organisation du contenu (2)

### ❖ Une étape importante : le point d'entrée

Objectif : préparer la visite

Présente les facettes de l'informatique

Science

les 4 concepts : information, algorithme, machine, langage

Technique

Applications

Impact sociétal

Présente le mode d'emploi du musée

Plan

Parcours

Niveaux

Orientation

## Éléments d'architecture du musée virtuel

### ❖ Principes directeurs

Séparation entre contenu et organisation

le contenu est dans une base de données

l'organisation fournit diverses «vues» sur cette base de données

Description déclarative

de l'organisation (chronologique, thématique, etc.)

des parcours

permet une génération automatique du logiciel de visite

Instrumentation prévue dès la conception

collecte de statistiques

recueil de commentaires

Outils prévus pour l'administration et la maintenance

Usage de standards publics

Si possible, usage de logiciel libre

## Calendrier de réalisation

❖ Septembre 2011 : validation par le Conseil Scientifique

❖ Novembre 2011 - avril 2012 : réflexions sur le contenu

publication de 4 articles sur Interstices (interstices.info)

❖ Mai -juillet 2012 : expérience préliminaire (stage)

Hiérarchisation des objectifs du cahier des charges

Démonstrateur en vue de recherche de financements

❖ Novembre 2012

Colloque «Vers un musée de l'informatique»

❖ 2013 - 2015 : développement en vraie grandeur

## Remarques finales

### ❖ Les apports du virtuel

Créer de nouveaux objets

Changer ou réinventer des interfaces (vues)

Changer le rapport de ces objets au réel

Dissocier

Réassocier

Distribuer et partager l'accès aux ressources

Avec ou sans changement de vue

Favoriser une organisation dynamique

### ❖ Les limites du virtuel

Contraintes économiques

Sûreté, sécurité

Déconnexion du monde réel

Merci de  
votre attention