

# Histoire et actualité de l'informatique

Évolution, problèmes, perspectives

Sacha Krakowiak

Université de Grenoble

Séance 5

Le World Wide Web,  
les nouvelles applications

Années 1990-2000

# Les années 1990-2000

---

- ❖ Naissance et expansion du World Wide Web
- ❖ Les applications réparties
- ❖ Les systèmes embarqués
- ❖ Sûreté de fonctionnement
  - Disponibilité, sécurité, qualité de service
- ❖ La bio-informatique
- ❖ Les applications médicales
- ❖ Les applications «grand public» et la numérisation du monde

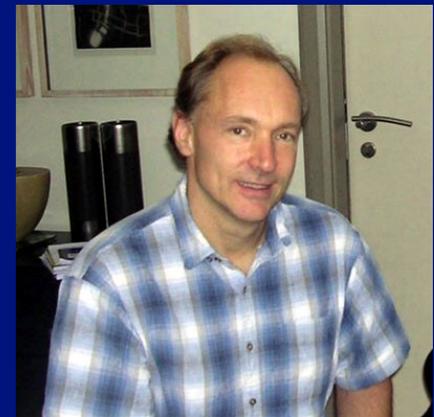
# Naissance du World Wide Web

## ❖ Un besoin d'utilisateurs ...

Des physiciens du CERN (Centre Européen de Recherche Nucléaire) souhaitent partager des données réparties dans le monde (sur des machines hétérogènes)

En 1990, Tim Berners-Lee (avec Robert Cailliau) propose un outil à base de liens hypertexte, le World Wide Web

En 1991, le système est ouvert à tous sur l'Internet, mais ses principaux utilisateurs restent des physiciens



## ❖ Le début de l'essor

1993 : Le premier navigateur graphique, Mosaic, est créé à l'université d'Illinois par Marc Andreessen et Eric Bina

1994 : Mosaic est à la base de la création de 

Première conférence internationale sur le Web

Création du World Wide Web Consortium 

# C'est quoi, au juste, le Web ?

---

- ❖ La notion de base, le lien hypertexte

Idée ancienne : Vannevar Bush, *As We May Think*, 1945

Forme courante, l'URL (*Uniform Resource Locator*) [aussi l'URN]

http:// ... pour une «page» sur un site de l'Internet

file:/// ... pour un fichier sur une machine, mailto:// pour une adresse mail, ...

- ❖ Un langage de description de documents : HTML

Utilise des marqueurs (annotations dans le texte)

Permet d'insérer des liens dans le texte des pages Web

- ❖ Un protocole de communication : HTTP

- ❖ Il faut aussi des outils ...

Le navigateur : pour se déplacer en suivant les liens

Le moteur de recherche : pour chercher l'information

L'éditeur : pour fabriquer des pages Web

# Organisation du Web

page web

aghsjj jklll sgdjdkldy  
jzgdhh jdjjddj ks  
dddd kskks [zzghsh](#)  
ssjjs sffs

sgjdkldy jzgdhh  
jdjjddj ks [deded](#)  
kskks zzghshssjjs  
aghsjj jklll ssdgks

lien



réseau

azfg jdkldy jzgdhh j  
djddj ks [kskks](#)  
zzghshssjjs aghsjj  
jklll ssdgks

sgjdkldy jzgdhh  
jdjjddj ks [kskks](#)  
zzghshssjjs aghsjj  
jklll ssdgks [dredd](#)

site web



azfg jdkldy jzgdhh j  
djddj ks [kskks](#)  
zzghshssjjs aghsjj jklll  
ssdgks

sgd  
[dde](#)  
ksk  
agl

sgjdkldy jzgdhh j djddj  
ks [kskks](#) zzghshssjjs  
aghsjj jklll s [dedd](#) s

sg  
dj  
z z  
jklll [zzg](#)



azfg jdkldy jzgdhh j

a  
s  
s  
jj  
jklll sgdjdkldy  
hsjj jklll

sgjdkldy jzgdhh j  
djddj ks [kskks](#)  
zzghshssjjs aghsjj  
jklll

jzgdhh j djddj ks  
kskks zzghshssjjs  
aghsjj jklll ssdgks

nh j djddj  
shssjjs  
[dedd](#) sdgks

Aujourd'hui :  
des milliards  
de pages ...

# Brève histoire du développement du Web

---

## ❖ Les outils de base

### Navigateurs :

Netscape (1994), Internet Explorer (1995), Mozilla (1998) et Firefox (2005),  
Chrome (2008), ...

### Moteurs de recherche et annuaires:

AltaVista (1995), Yahoo! (1995), Google (1998), Exalead (2006), Bing (2009)

**Construction de sites** : des centaines, beaucoup de libres, PHP-MySQL, ...

**Un langage** : Java (Sun, 1995) - dépasse beaucoup le cadre du Web

## ❖ Les applications

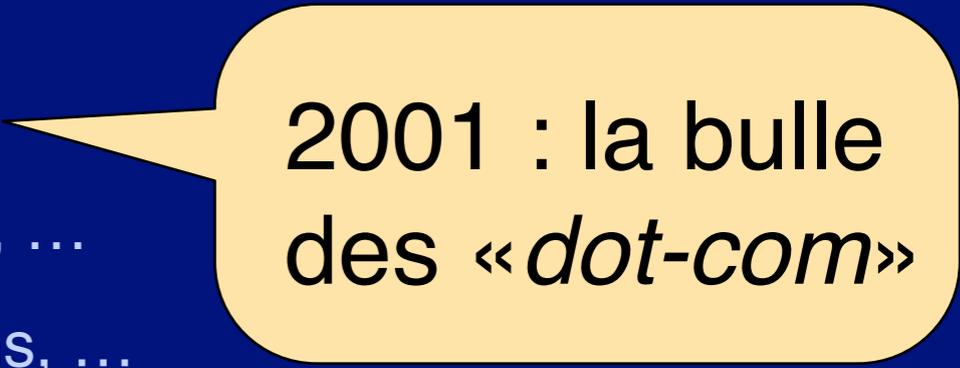
**Commerce électronique**

**Services** : Transports, voyages, banque, météo, ...

**Administration** : Impôts, information, inscriptions, ...

**Diffusion de contenu** : Presse, agences, radio, vidéo, publication scientifique,  
bibliothèques, ...

**Réseaux sociaux** : TheGlobe, Geocities (1994), ... Facebook (2005)



2001 : la bulle  
des «*dot-com*»

# La numérisation du monde

---

- ❖ Le passage des informations sous forme numérique ...
  - Documents
  - Dessins, graphiques, photos, ...
  - Vidéo, films
  - Son (parole, musique)
- ❖ ... et ses conséquences
  - L'accès à l'information devient indépendant du matériel
  - L'ordinateur comme moyen d'accès et moyen de production
  - L'importance des normes publiques (PDF, JPEG, MP3, etc.)
- ❖ Un nouveau paysage
  - Les services : le web comme point d'entrée universel
  - Les systèmes embarqués : l'informatique interagit avec le monde

# Le Web aujourd'hui

---

## ❖ Le Web interactif

Les utilisateurs ne se contentent pas de lire : ils interagissent et apportent du contenu

### Exemples

les blogs (*weblog*), les forums, ...

les réseaux sociaux

la publication en ligne (articles, cours, ...)

## ❖ Le Web sémantique

Objectif ambitieux, à long terme

Idée : fournir un meilleur service aux utilisateurs, en automatisant davantage de tâches par un «raisonnement» sur le sens

Exemple : moteur de recherche plus «intelligent»

Moyens : intelligence artificielle, nouveaux langages permettant des associations, ...

# Les systèmes embarqués

---

## ❖ Quelques définitions

**Système embarqué** : système informatique associé à un objet physique

Interaction dans les deux sens : mesure (capteurs), commande (actionneurs)

**Système en temps réel** : système soumis à des contraintes de temps

**Système critique** : système dont la défaillance peut entraîner des conséquences catastrophiques (pertes de vie humaines, ...)

Beaucoup de systèmes embarqués sont aussi temps réel et critiques

## ❖ Brève histoire

**Années 60** : systèmes de guidage de missiles (militaires)

**Années 70** : routeurs, guidage de fusées (Apollo), fabrication automatisée, chimie

**Années 80 et 90** : large extension (transports, énergie, télécommunications, satellites, carte à puce, terminaux de paiement, etc.)

**Années 2000** : croissance explosive (téléphones, électro-ménager, puces radio (RFID), réseaux de capteurs, voitures, trains, avions, équipements médicaux, ...)

# Les systèmes embarqués

---

## ❖ Des problèmes ...

Les s.e. sont soumis à des contraintes : coût (d'où limites sur mémoire, processeurs), consommation d'énergie, environnement  
S'y ajoutent les aspects «temps réel» : respect des échéances  
Pour les systèmes critiques, la sûreté de fonctionnement est cruciale

## ❖ ... et quelques voies d'approche

Conception conjointe matériel-logiciel

«Durcissement» du matériel (pour environnement hostile)

Programmes optimisés (taille, élimination des fonctions inutiles)

Modèles d'exécution spécifiques (langages synchrones)

Vérification rigoureuse (*model checking*)

Noyaux de systèmes spécialisés et certifiés

Tolérance aux fautes



Confiance *justifiée* dans  
le bon fonctionnement

# Tolérance aux fautes

---

- ❖ Les systèmes informatiques, comme tout système, sont sujets à des défaillances ...

Défaillance : le système ne remplit pas sa fonction

il ne fonctionne pas du tout (et ne fait rien)

il fonctionne, mais donne des résultats incorrects, ou pas à temps

il fait «n'importe quoi» ...

- ❖ À l'origine d'une défaillance, il y a toujours une «faute»

Usure du matériel, circonstances extérieures (météo, etc.)

Erreur humaine (conception, programmation, ...) ou malveillance

- ❖ Il n'est pas possible d'éliminer toutes les fautes

Il faut donc vivre avec !

La tolérance aux fautes repose sur la redondance

Données et traitements en double, triple, ...

Solutions techniquement complexes, progrès dans les années 1990

# Les *bugs* (bogues)

---

- ❖ Il n'y a pas de *bugs* informatiques, il n'y a que des erreurs humaines

“Les programmeurs parlent de *bugs* pour préserver leur santé mentale. Reconnaître un pareil nombre d'erreurs serait psychologiquement insupportable.”

Martin Hopkins, 1968

- ❖ Quelques *bugs* (tristement) célèbres

Les accidents d'irradiation de Therac 25 (1985-87)

Le ver de Morris (exploitation malveillante d'un *bug* d'Unix, 1988)

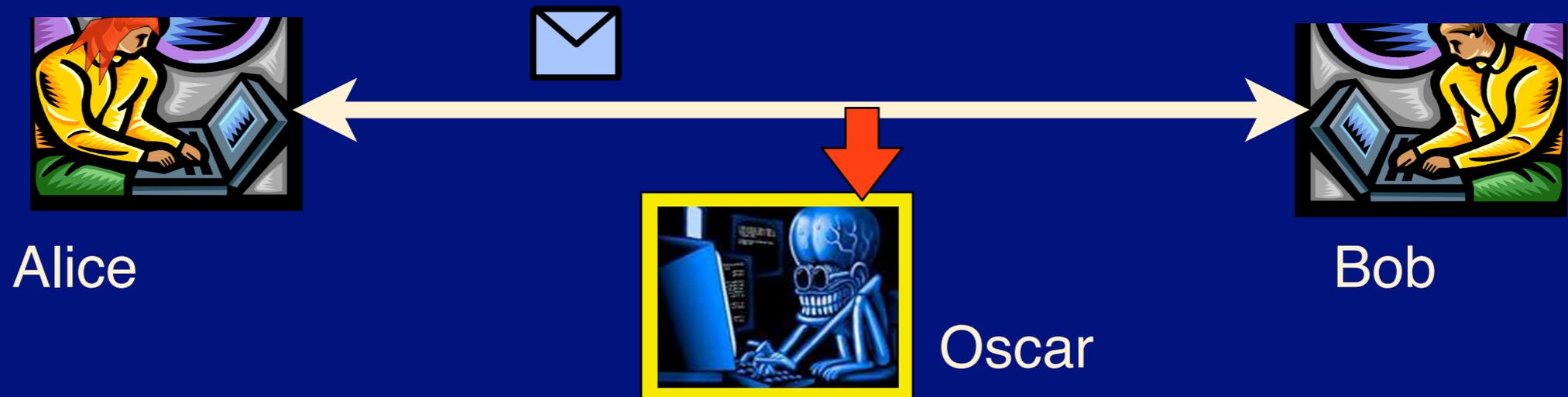
La panne du réseau téléphonique ATT (1990)

La perte d'Ariane 5 lors de son premier vol (1996)

La perte de la sonde Mars Climate Orbiter (1999)

La panne d'électricité au Nord-Est des États-Unis (2003)

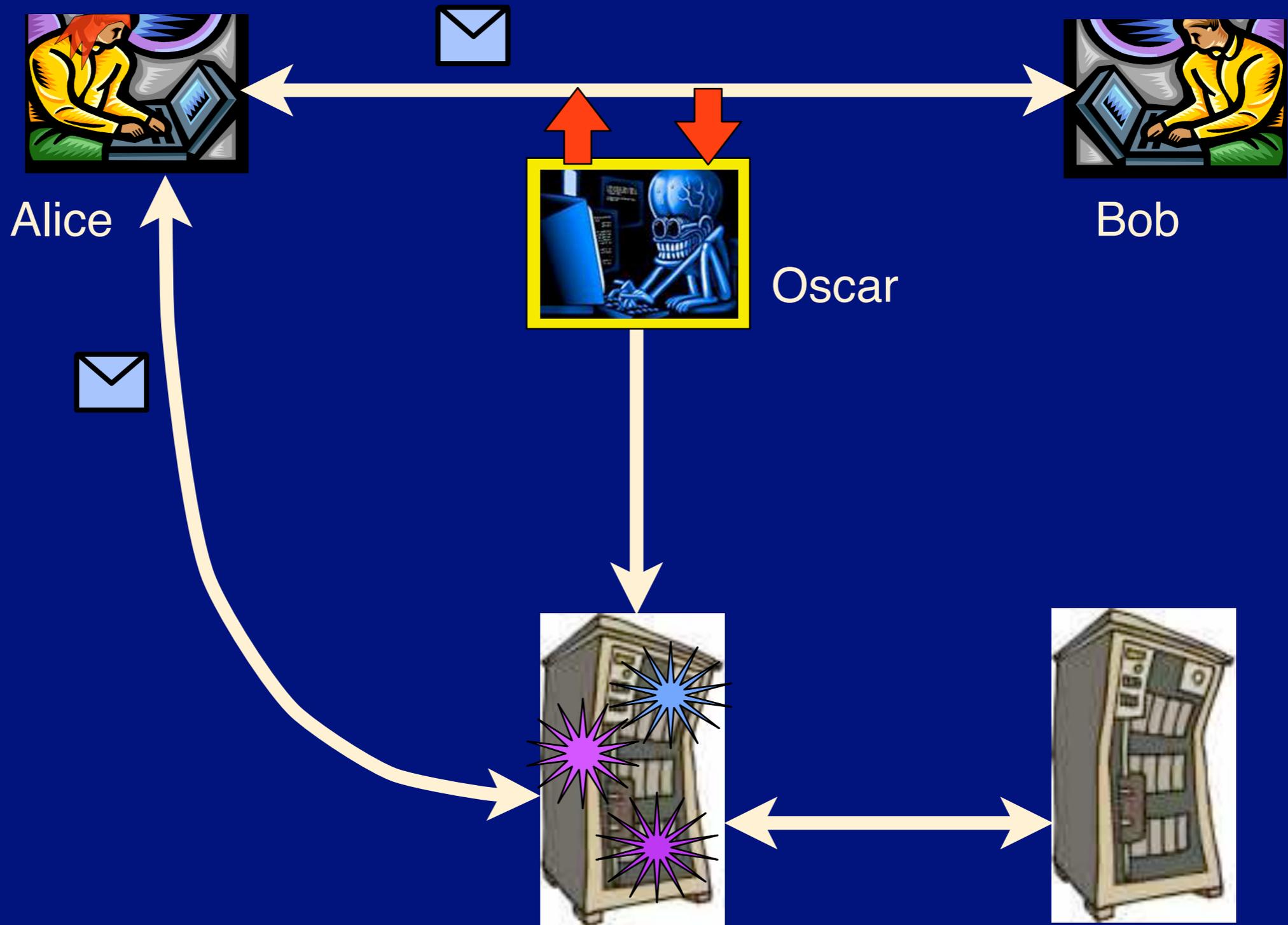
# Problèmes de sécurité informatique



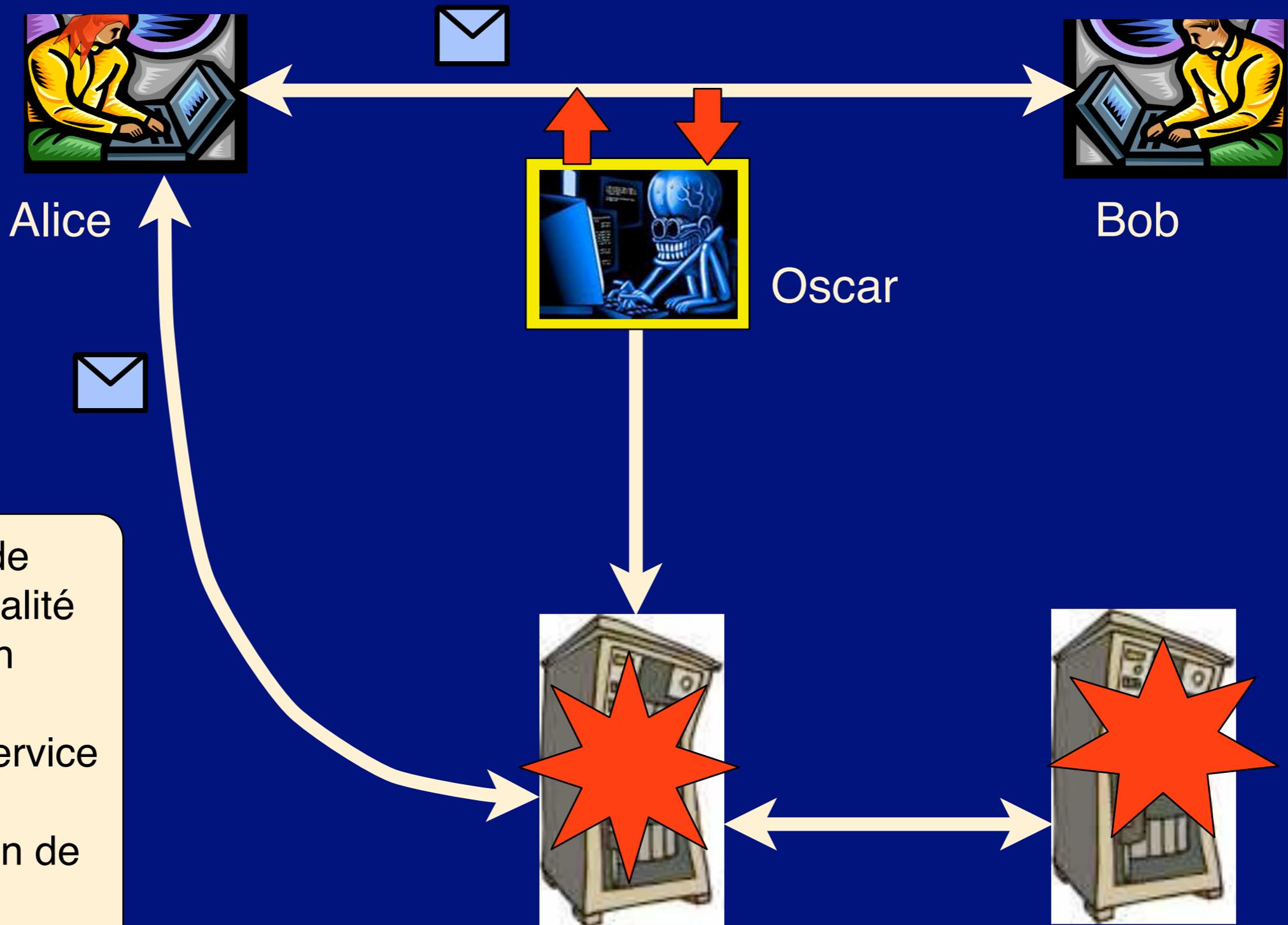
# Problèmes de sécurité informatique



# Problèmes de sécurité informatique



# Problèmes de sécurité informatique



- Violation de confidentialité
- Usurpation d'identité
- Déni de service
- Virus, ver
- Destruction de données

...

# Quelques instruments de la sécurité

---

- ❖ Dissimuler une information

  - La rendre indéchiffrable même si elle est captée (cryptographie)

  - La cacher dans une autre information d'apparence anodine (stéganographie)

- ❖ Authentifier une personne ou une organisation

  - Fournir une preuve certifiée de son identité

- ❖ Authentifier un document

  - Signature électronique

- ❖ Protéger l'accès à une ressource

- ❖ Détecter une intrusion

  - Au besoin, la provoquer pour piéger l'adversaire ...

- ❖ Détecter et détruire un virus

La sécurité reste un problème encore mal maîtrisé ...

# Une avancée importante pour la sécurité

## ❖ La cryptographie à clé publique

Diffie, Hellman, Merkle (1976) ; Rivest, Shamir, Adleman (1978)

La cryptographie «classique» repose sur le *partage* d'une clé secrète

Mais un secret partagé risque de ne pas rester secret

## ❖ Deux clés pour chacun ...

Une clé publique, connue de tous

Elle sert à chiffrer les messages envoyés

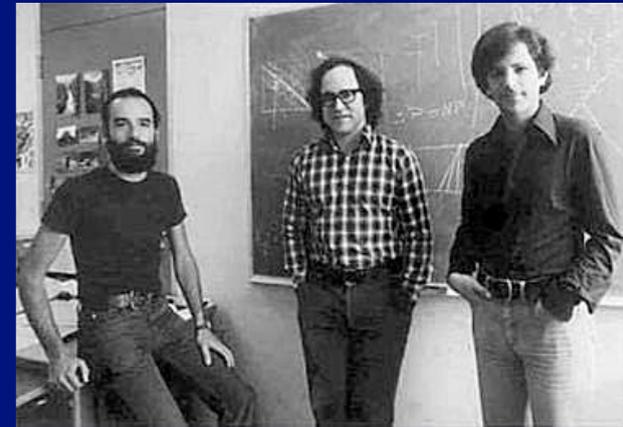
Une clé privée, *connue de son détenteur seul*

Elle sert à déchiffrer les messages reçus

Il est (bien sûr) *très difficile* de trouver la clé privée ...

## ❖ Une propriété remarquable

Le même principe permet aussi l'authentification (preuve d'identité)



RSA : un protocole très utilisé dans le commerce électronique, la banque, etc. (le petit cadenas sur les pages web)



# Aspects de la sécurité informatique

---

## ❖ Aspects scientifiques et techniques

Les outils techniques existent ...

... mais des progrès à faire sur les aspects fondamentaux

Une base logique pour la sécurité ?

## ❖ Aspects légaux et réglementaires

Infrastructure à clés publiques

Signature électronique, certificats

Tiers de confiance

## ❖ Aspects sociétaux

Des progrès à faire sur la diffusion de la culture de sécurité ...

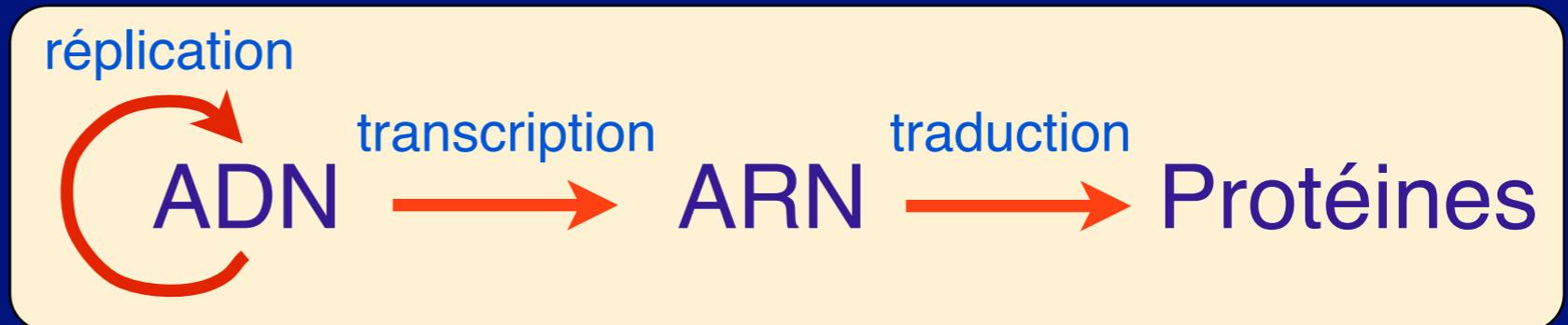
Appréciation des risques, comportements dangereux

Utilisation des outils

... et sur l'équilibre entre sécurité et respect de la vie privée

# La bio-informatique

- ❖ Schéma de base de la biologie moléculaire



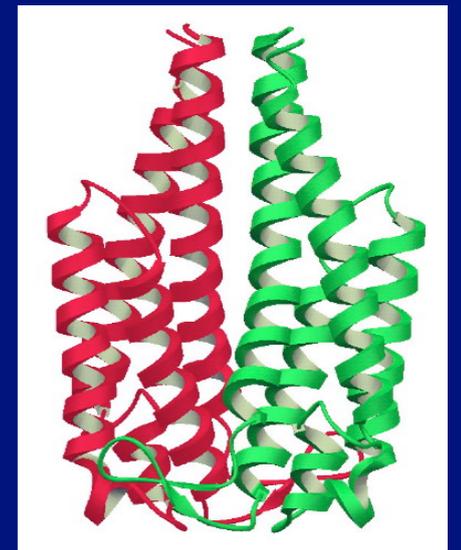
- ❖ Analyse de l'information génétique

Séquencement du génome humain (2004)

3,2 milliards de paires de bases, environ 30 000 gènes

- ❖ Analyse de la structure des protéines

Repliement des protéines, analyse en 3 dimensions



- ❖ Dynamique de la transcription

- ❖ Bio-informatique des populations

- ❖ Qu'apporte l'informatique ?

Algorithmique, analyse d'images, fouille de données, analyse statistique, ...

Une discipline en développement rapide

# L'informatique médicale

---

- ❖ Imagerie médicale
  - une révolution : scanner, IRM
- ❖ Chirurgie assistée par ordinateur
  - assistance aux gestes diagnostique ou thérapeutique
  - objectif : réduire l'invasivité, augmenter la précision
  - s'appuie sur les techniques d'imagerie et de modélisation
- ❖ Traitement et stockage de l'information médicale
  - informatisation des dossiers médicaux
  - systèmes d'information hospitaliers
- ❖ Aide à la décision
  - aide au diagnostic
  - aide à la prescription
- ❖ Assistance en temps réel
  - monitoring*
  - télésurveillance

# Bilan des années 1990-2000

---

## ❖ Avancées

L'explosion du Web et l'informatique grand public

La «numérisation du monde»

Le développement des systèmes embarqués

Des progrès dans la construction de programmes corrects

Des avancées en bio-informatique et informatique médicale

## ❖ Limites

La sécurité reste un problème mal résolu

Le calcul parallèle est encore mal compris

Les impacts sociétaux sont mal évalués et mal maîtrisés