

23 janvier 2017

Tous les documents du cycle  
« autour d'Internet »  
sont ici :

[www.lesquere.fr/utt](http://www.lesquere.fr/utt)

ainsi que mon adresse mail  
pour me contacter

23 janvier 2017

## L'informatique cette année à l'UTT

20/10 16h Mme Libourel

base de données, évolutions actuelles

14/11 14h30 A Quéré

la géolocalisation et ses applications,

23/1 14h30 A Quéré

la notion d'arbre en informatique,

15/3 16h (\*) M. Masegla

comprendre l'informatique et les sciences du numérique... sans ordinateur !

5/5 14h30 A Quéré :

les différentes connexions à Internet (3G, 4G, Wifi,...).



(\*) attention : salle Belvédère Corum



# les arbres

## en informatique



le *Ginkgo biloba*  
du square Planchon





qu'est ce qu'un arbre ?

arbres et langages

arbres et rangement

arbres et algorithmes

plan



# Plan





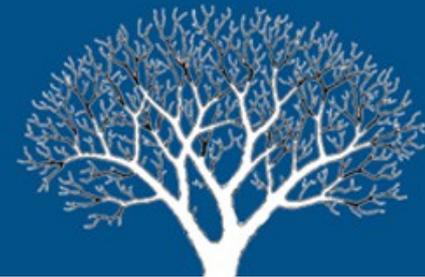


Ou encore :





le peintre peint un tableau



Det

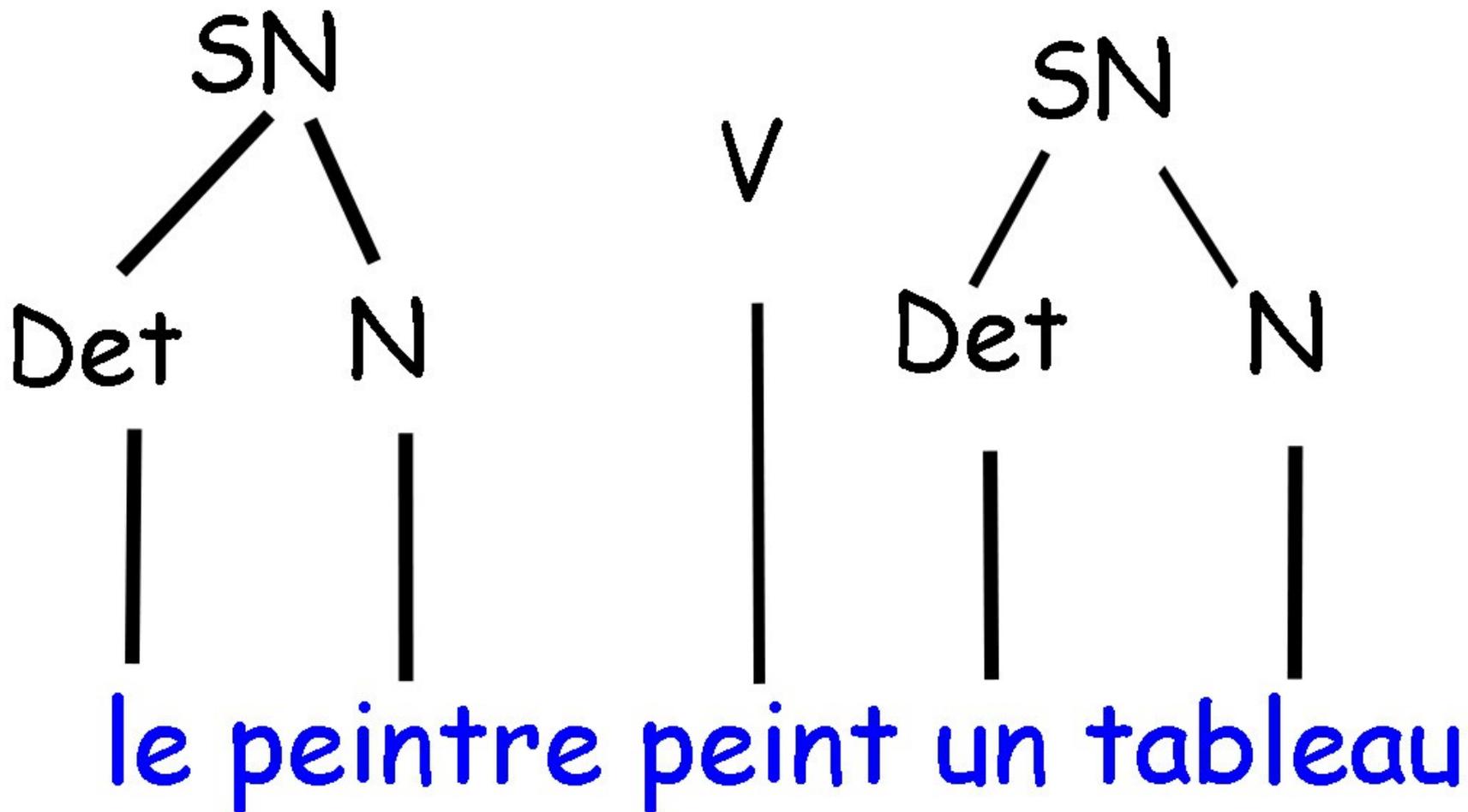
N

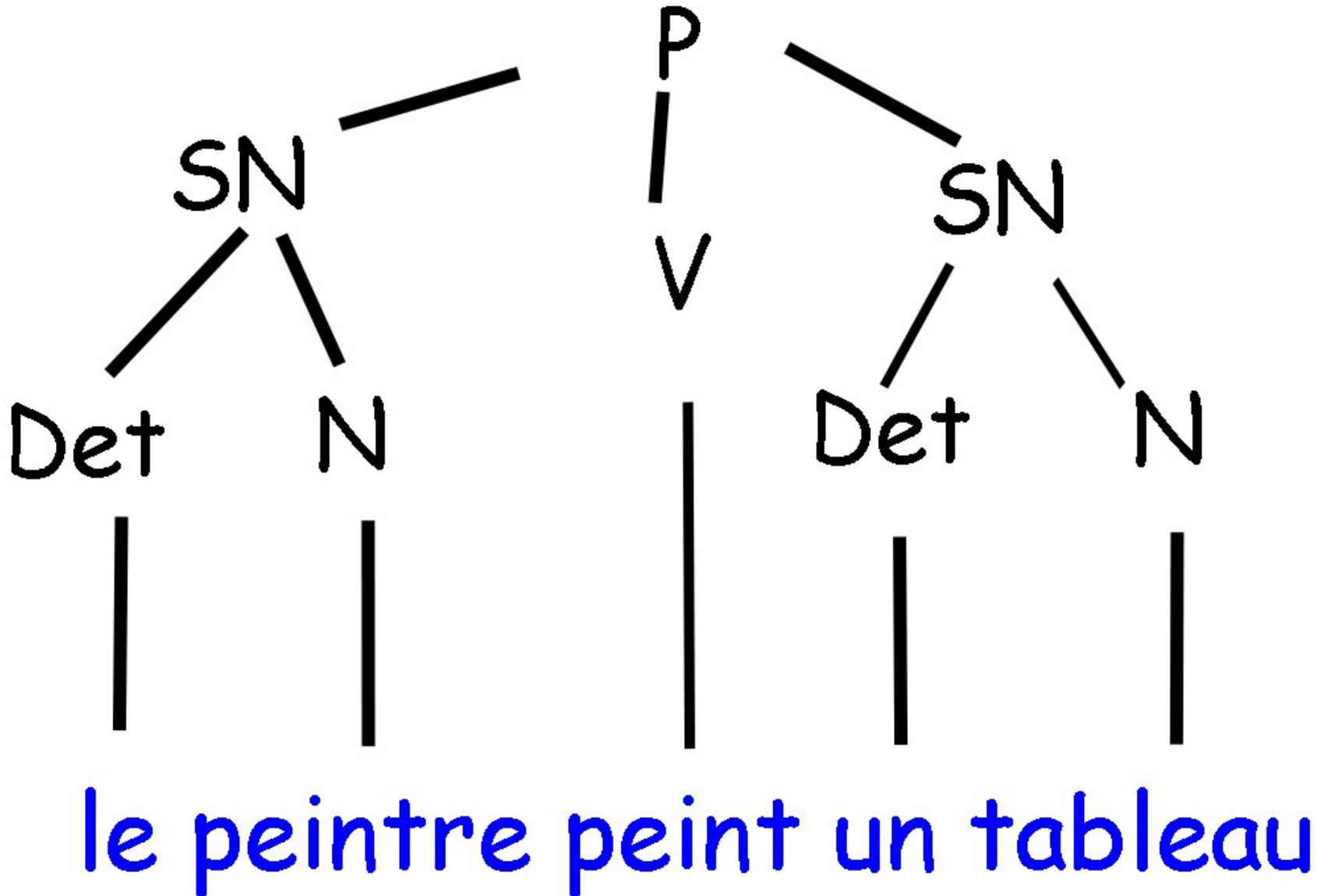
V

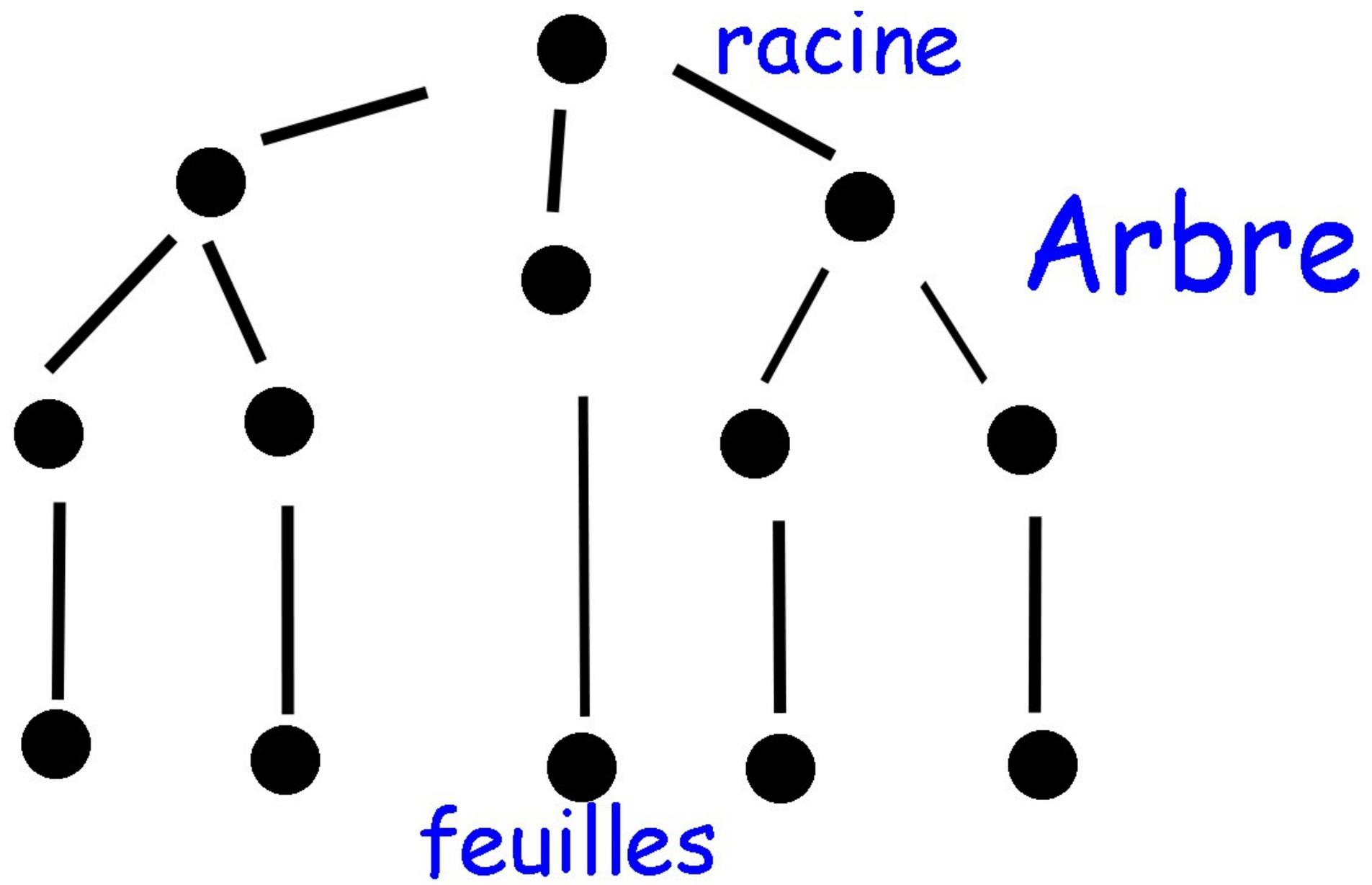
Det

N

le peintre peint un tableau

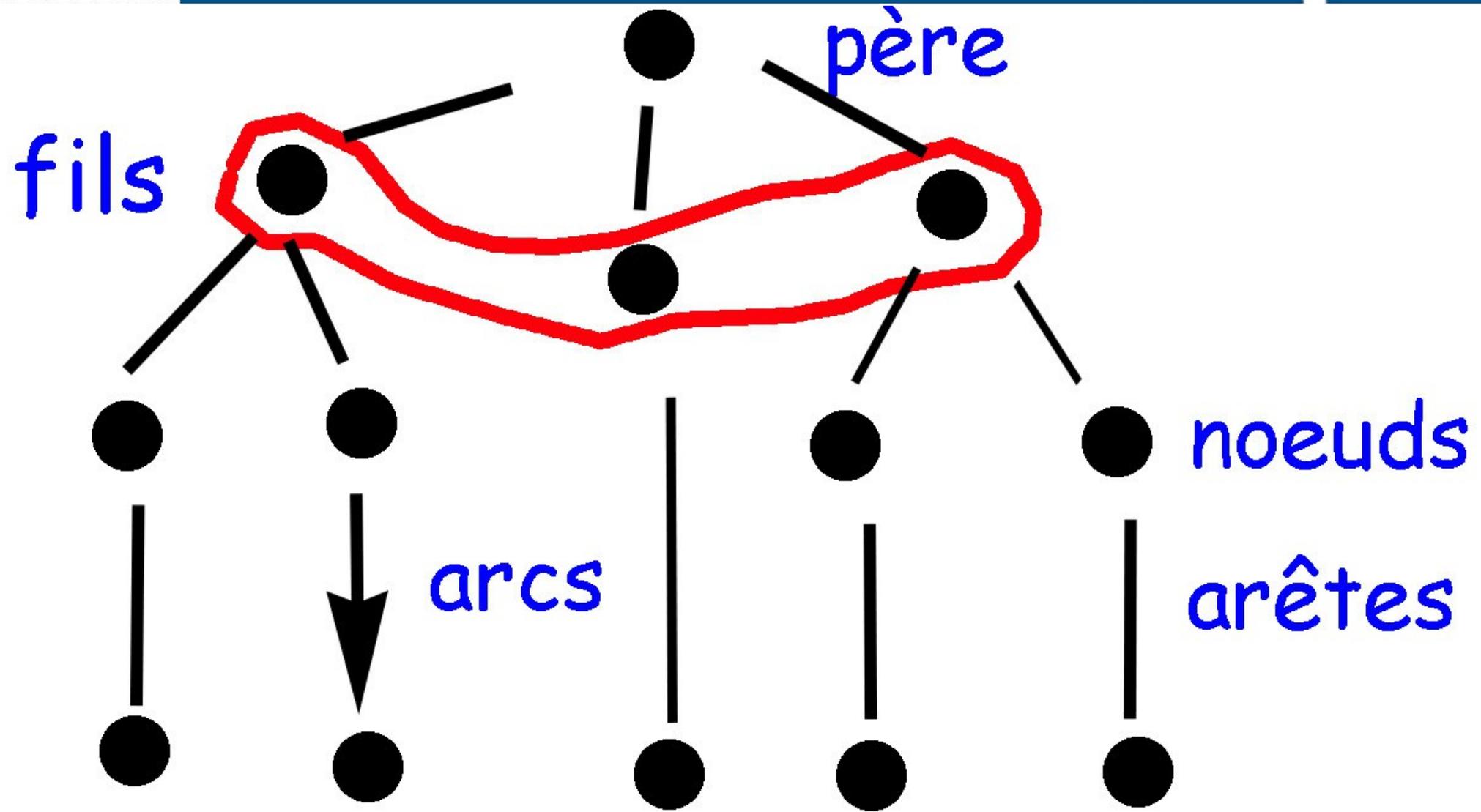
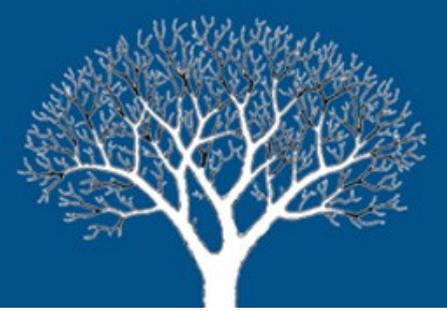






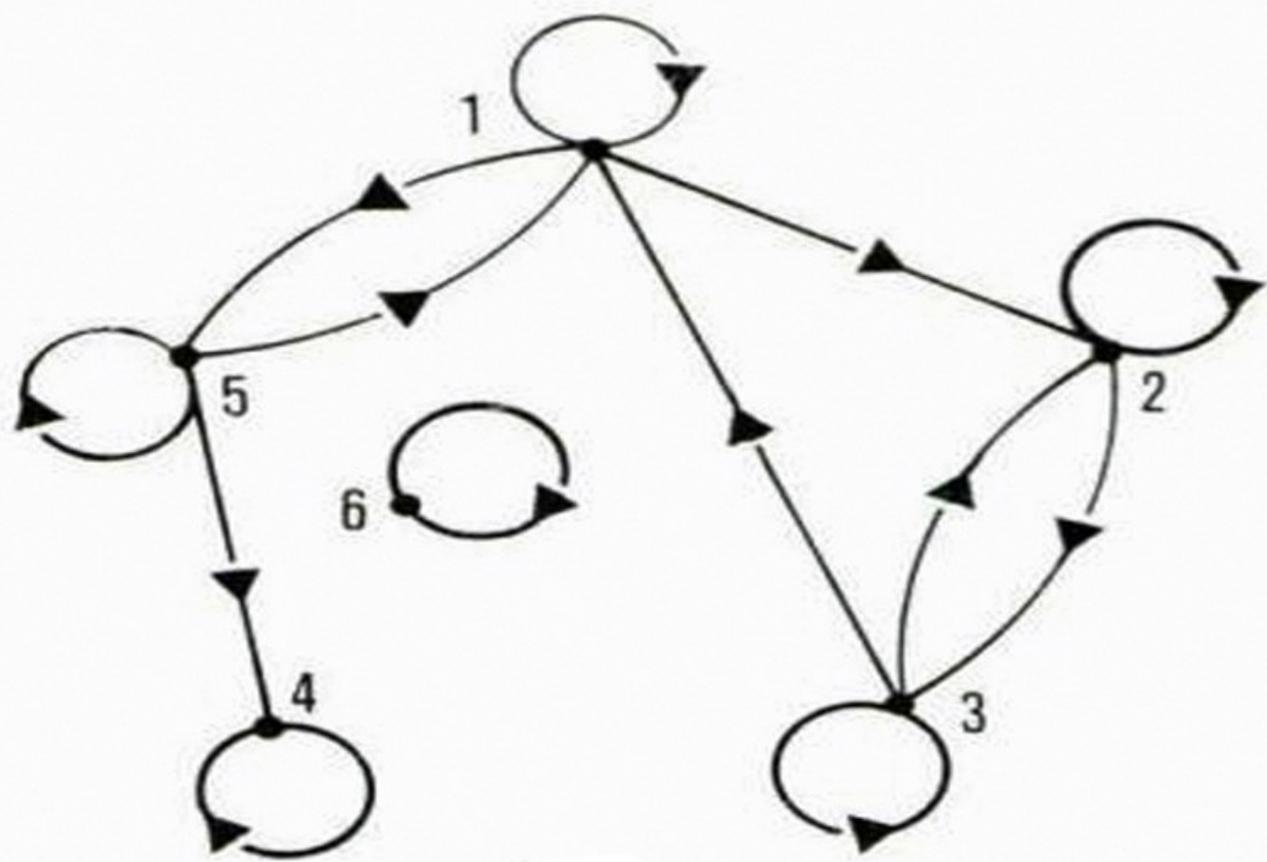
# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?



# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?

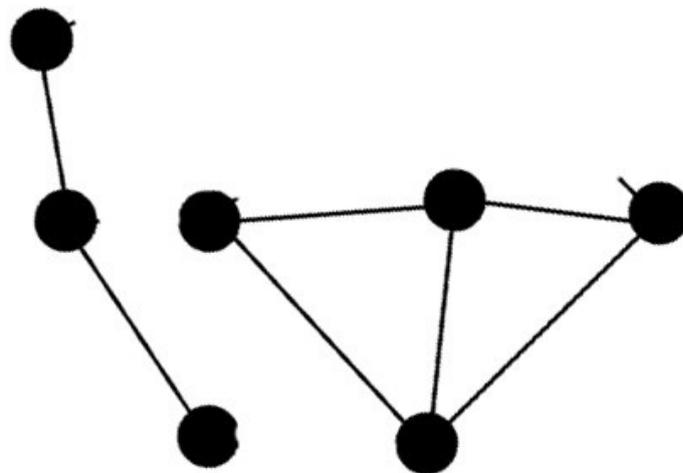
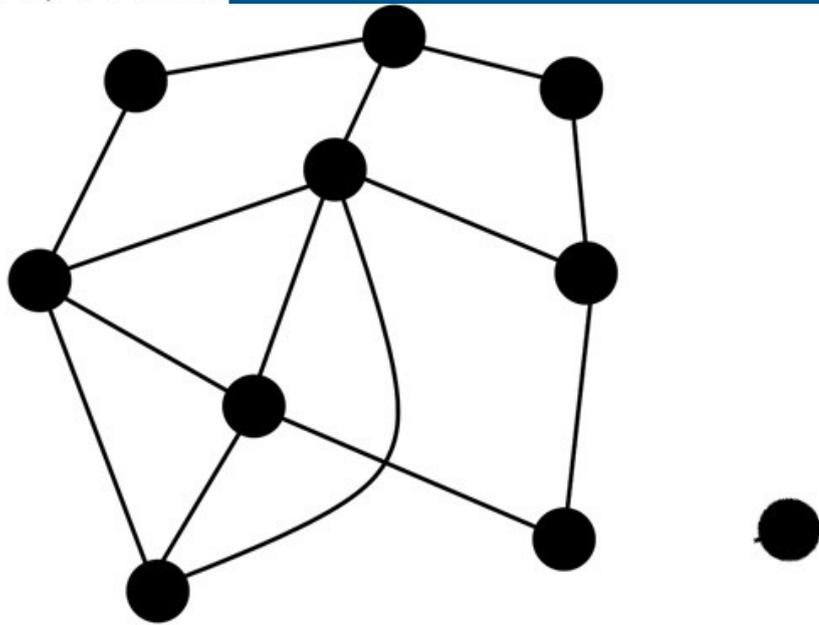


Graphe

des points  
des arcs

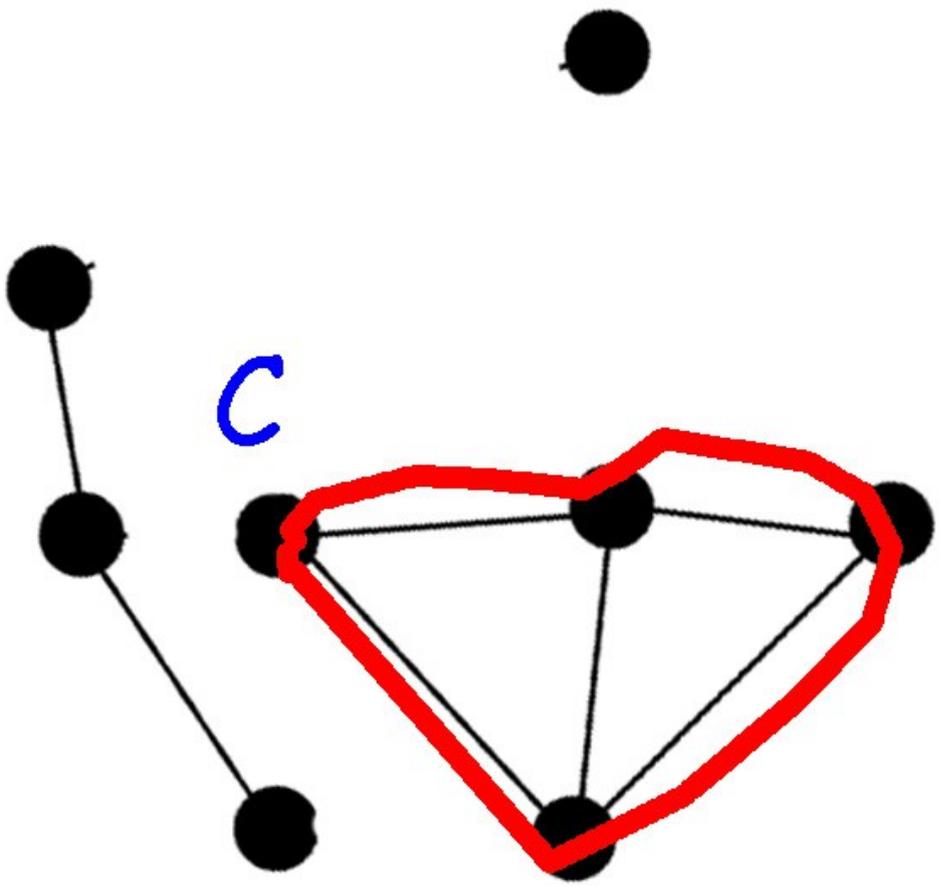
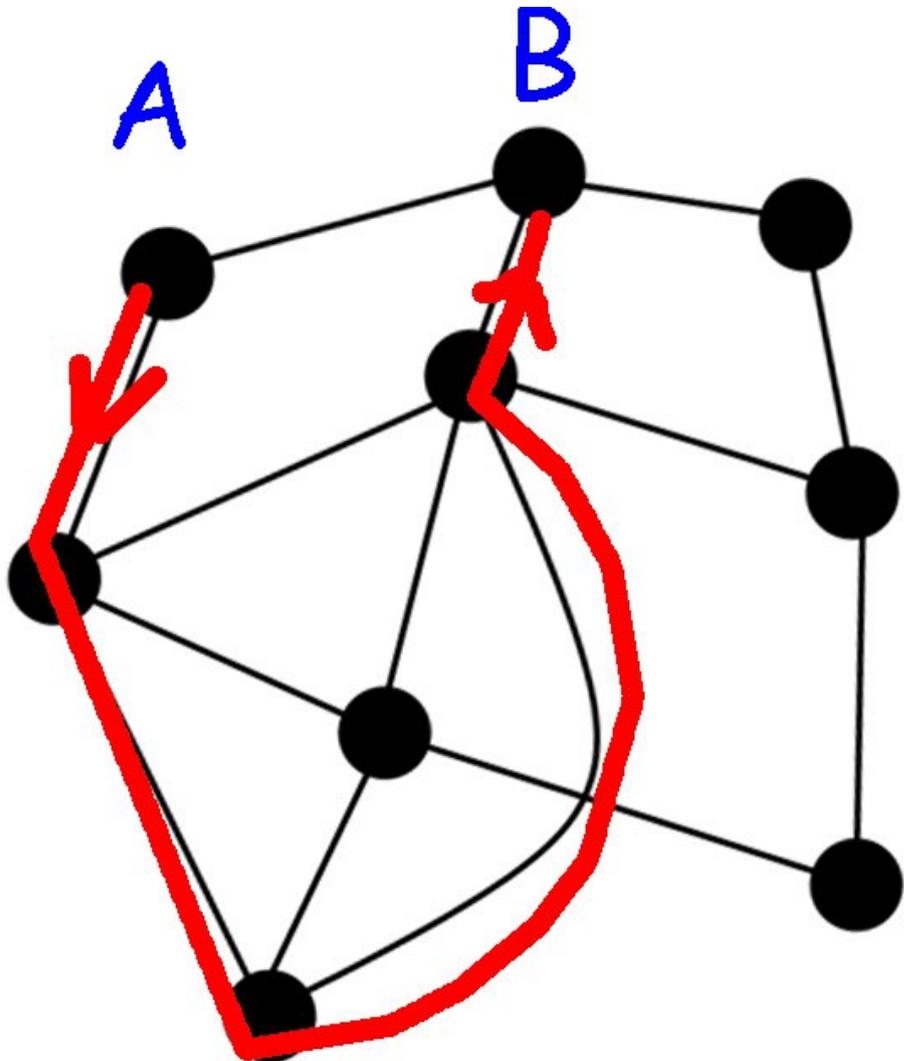
# ARBRES et INFORMATIQUE

qu'est ce qu'un arbre ?



Graphe  
non orienté

des noeuds  
des arêtes

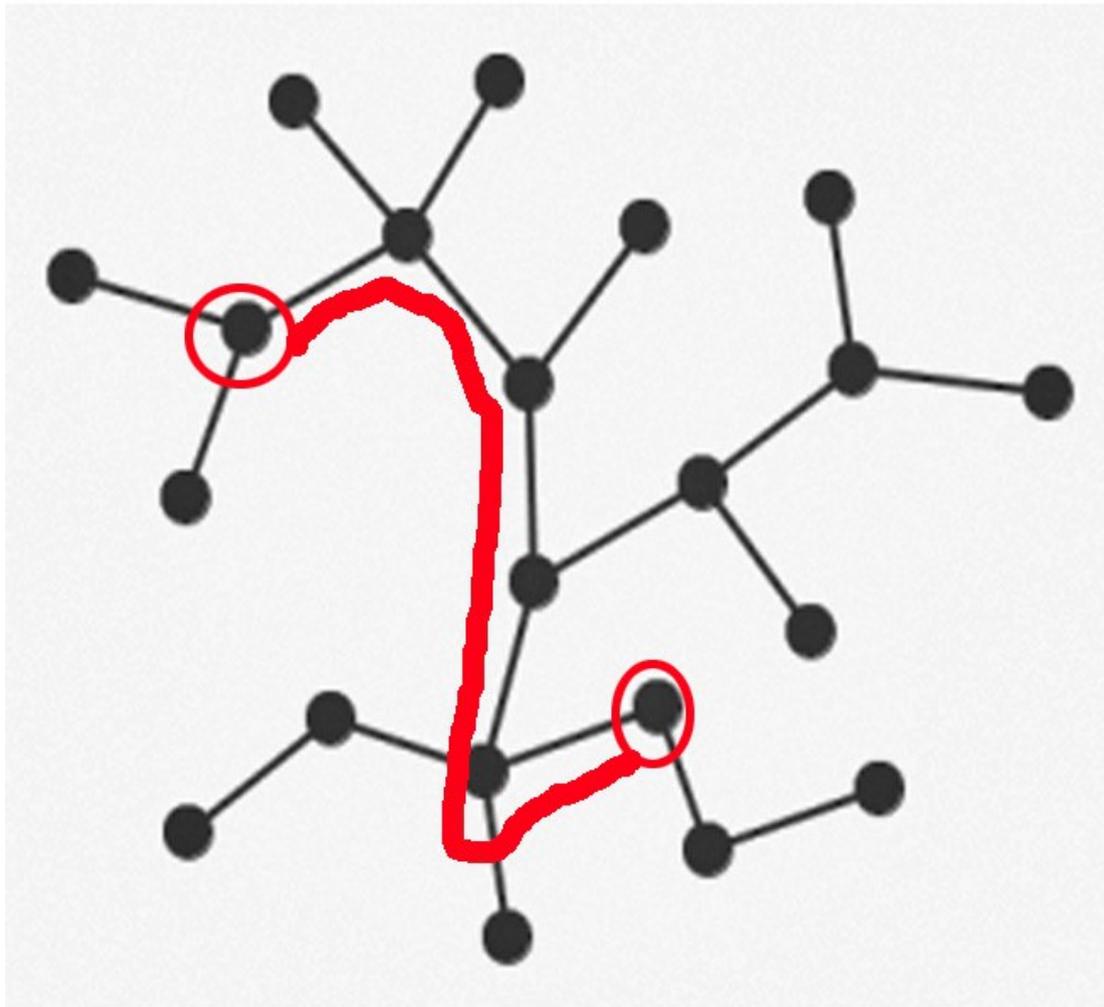


une chaîne de A à B

un cycle de C à C

# ARBRES et INFORMATIQUE

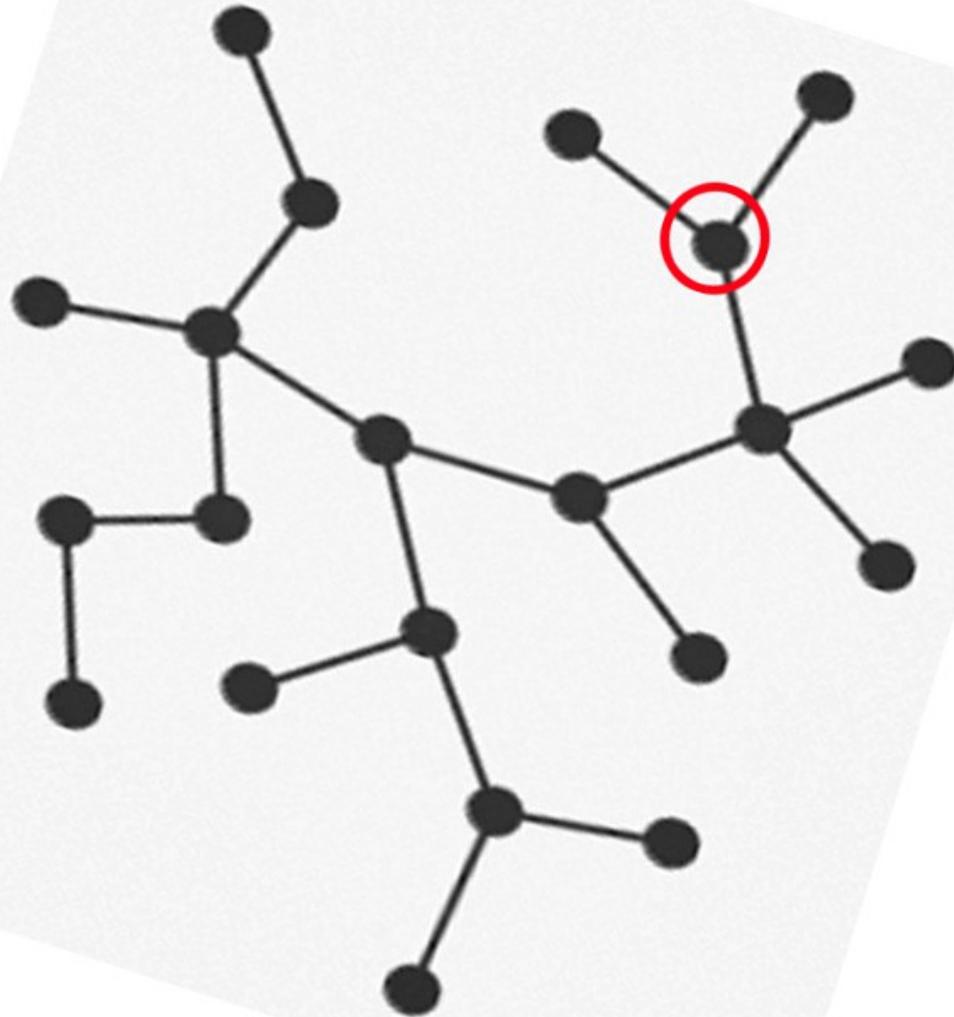
## qu'est ce qu'un arbre ?



un graphe  
est un arbre  
si de tout point à  
tout point il existe  
chaîne  
(élémentaire)  
unique  
de l'un à l'autre

# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?



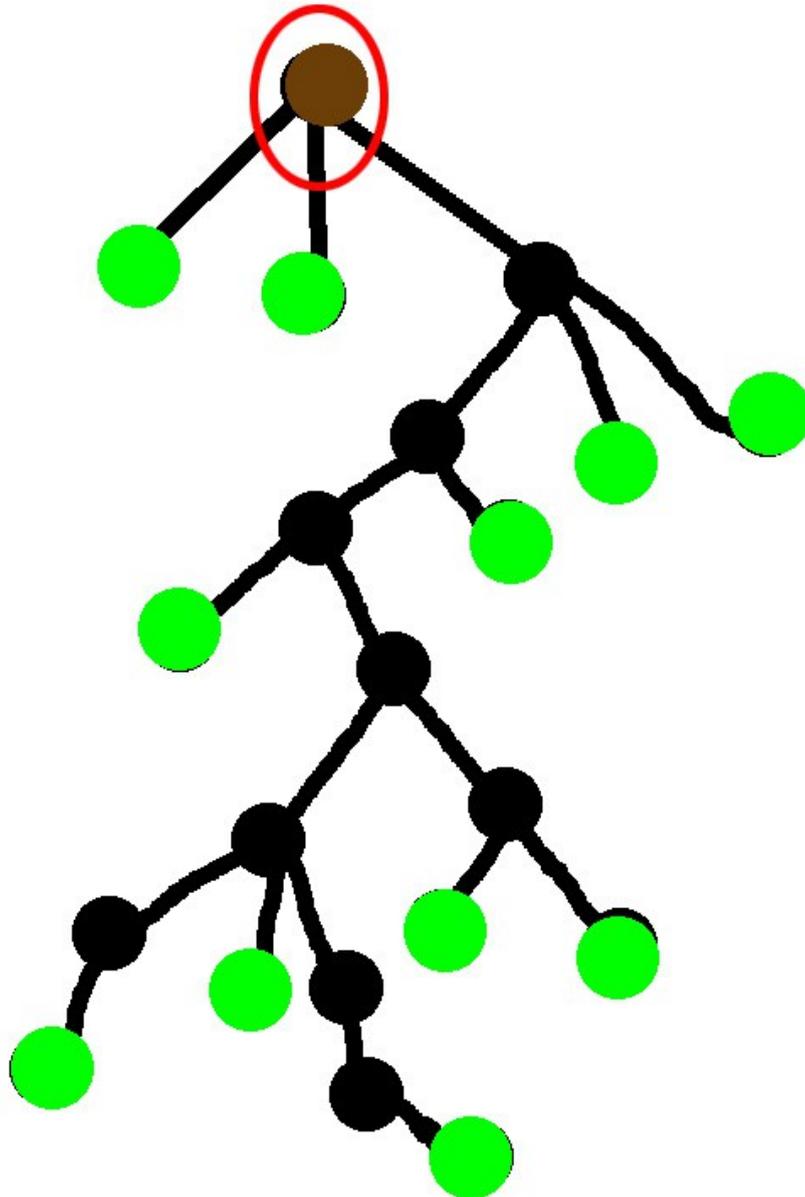
On choisit  
un point  
racine

on secoue !



# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?

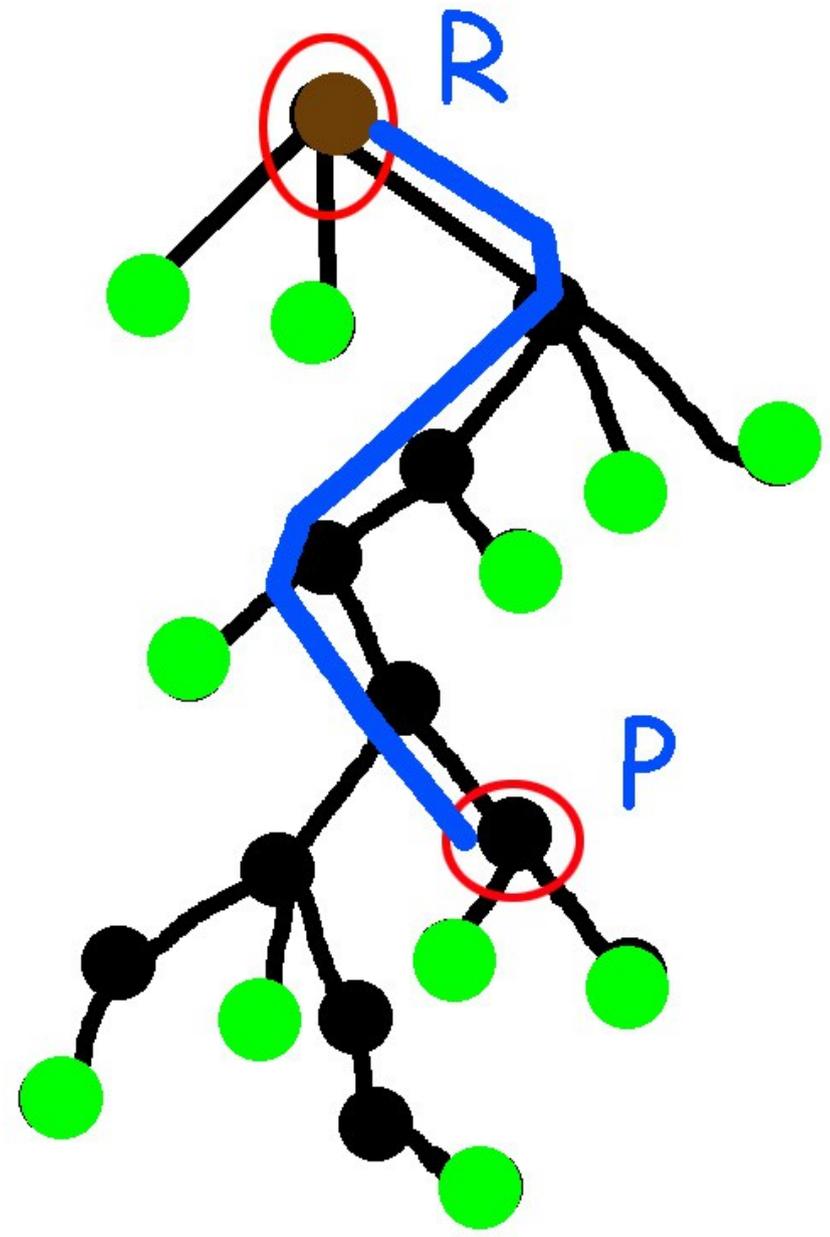


la propriété  
fondamentale :

pour tout point  
il existe un  
chemin unique  
de la racine  
à ce point

# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?





une question qui interesse  
l'informaticien :

comment faire pousser des arbres ?

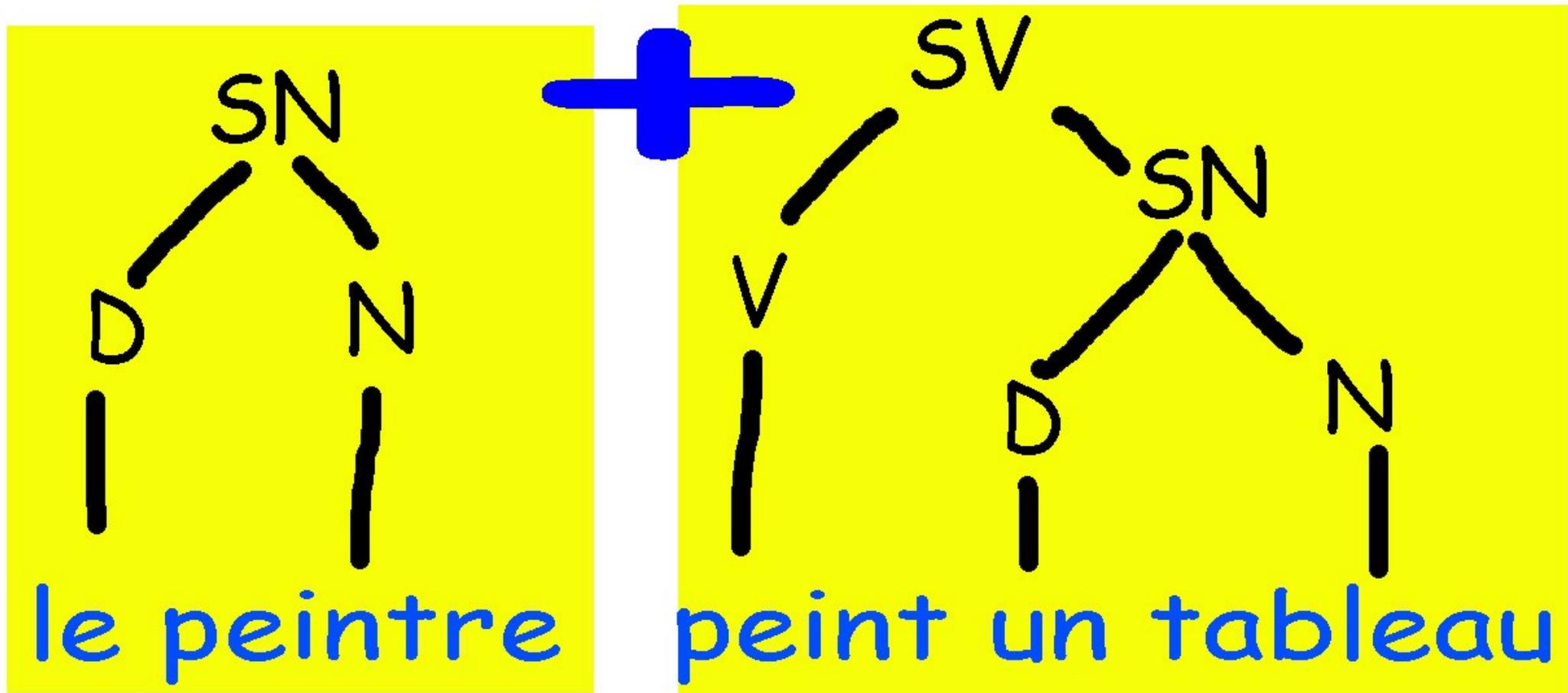


une réponse avec deux opérations :

- aligner des arbres (concaténer +)
- enraciner des arbres (x)

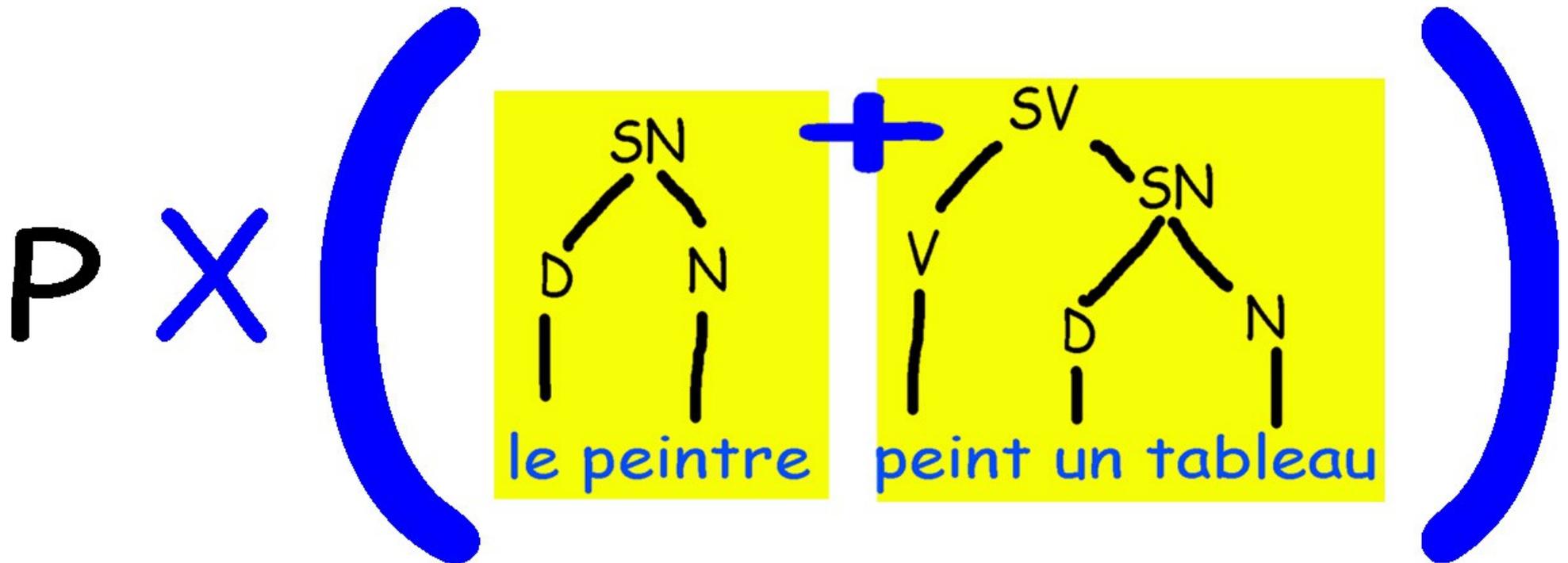


concaténonons deux arbres





puis enracinons :



# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?



en poursuivant notre arbre devient  
une formule qui se prête aux calculs  
par informatique ...

$$P \times (SN \times (D \times le + N \times peintre) \\ + SV \times (V \times peint \\ + SN \times (D \times un + N \times tableau)))$$

# ARBRES et INFORMATIQUE

## qu'est ce qu'un arbre ?



peintre  
dessinant  
...  
un arbre !



## les arbres dans l'actualité ?

**M Éducation** 14 janvier 2017

SOCIÉTÉ

ÉDUCATION

École primaire et secondaire

Orientation scolaire

Enseignement supérieur

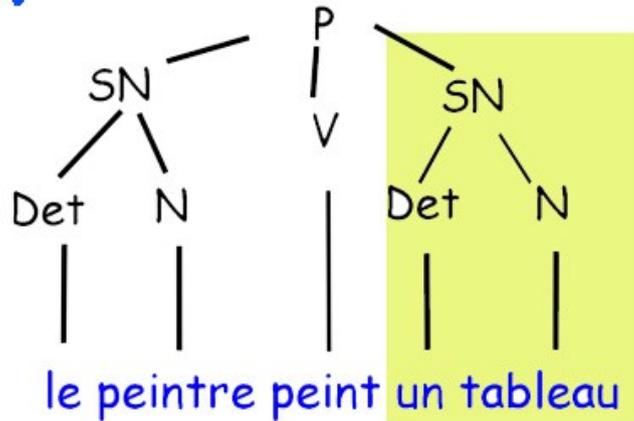
### Grammaire : polémique sur la disparition du COD à l'école primaire

La notion de « prédicat », une analyse grammaticale consistant à décomposer la phrase en deux blocs, est apparue dans les programmes à la rentrée 2016.



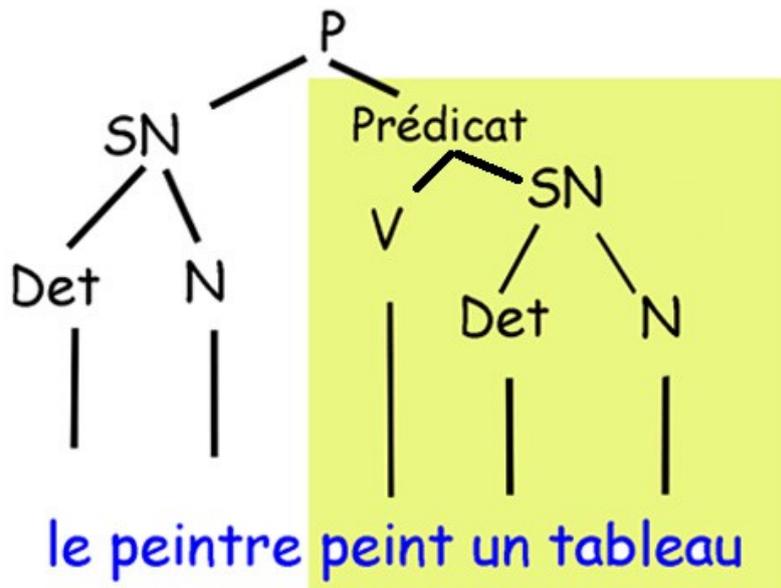


### quel arbre choisir ?



Complement  
d'Objet  
Direct

autrefois



ou  
Prédicat ?

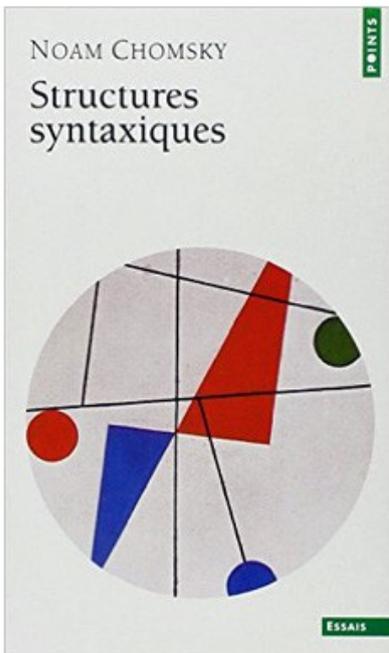
maintenant



Noam Chomsky  
né en 1928 (88 ans)

1957 :  
structures syntaxiques

introduit la notion  
de «grammaire formelle»



**CHOMSKY.INFO**  
THE NOAM CHOMSKY WEBSITE

RECENT UPDATES

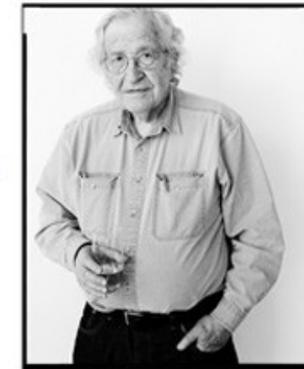


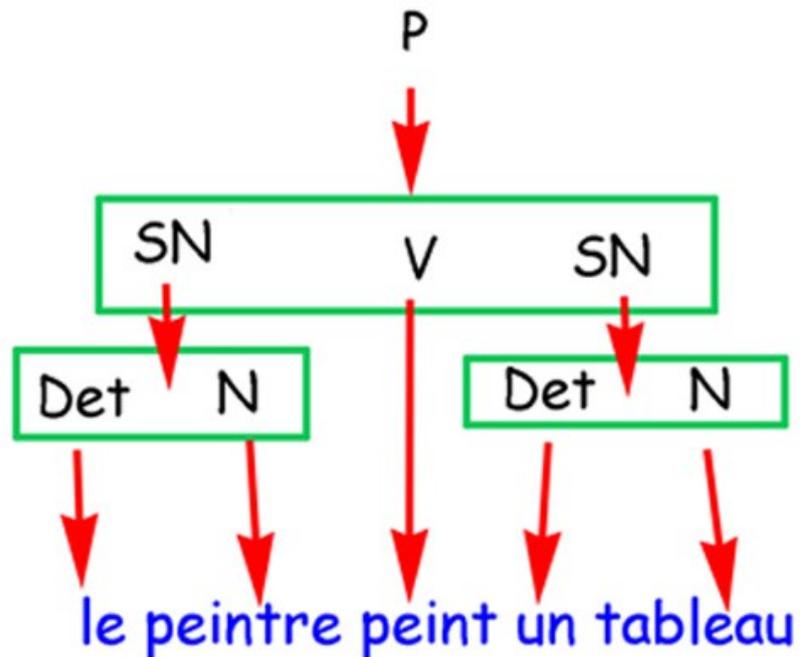
photo credit: Oliver Abraham  
(oliverabraham (at) gmx.de)

BOOKS  
ARTICLES  
AUDIO AND VIDEO  
INTERVIEWS  
BIOS

TALKS  
DEBATES  
LETTERS  
ABOUT



changeons de point de vue



de l'analyse  
à la génération

$P \rightarrow SN V SN$

$SN \rightarrow Det N$

$Det \rightarrow le$

$Det \rightarrow un$

$N \rightarrow peintre$

$N \rightarrow tableau$

$V \rightarrow peint$



## Petites modification et abréviation

$P \rightarrow SN V SN$

$SN \rightarrow Det N$

$Det \rightarrow le$

$Det \rightarrow un$

$N \rightarrow peintre$

$N \rightarrow tableau$

$V \rightarrow peint$

$P \rightarrow G$

$G \rightarrow SN V SN$

$Det \rightarrow le \mid un$

$N \rightarrow peintre \mid tableau$



on obtient la grammaire :

$P \rightarrow G$   
 $G \rightarrow SN V SN$   
 $SN \rightarrow Det N$   
 $Det \rightarrow le \mid un$   
 $N \rightarrow peintre \mid tableau$   
 $V \rightarrow peint$

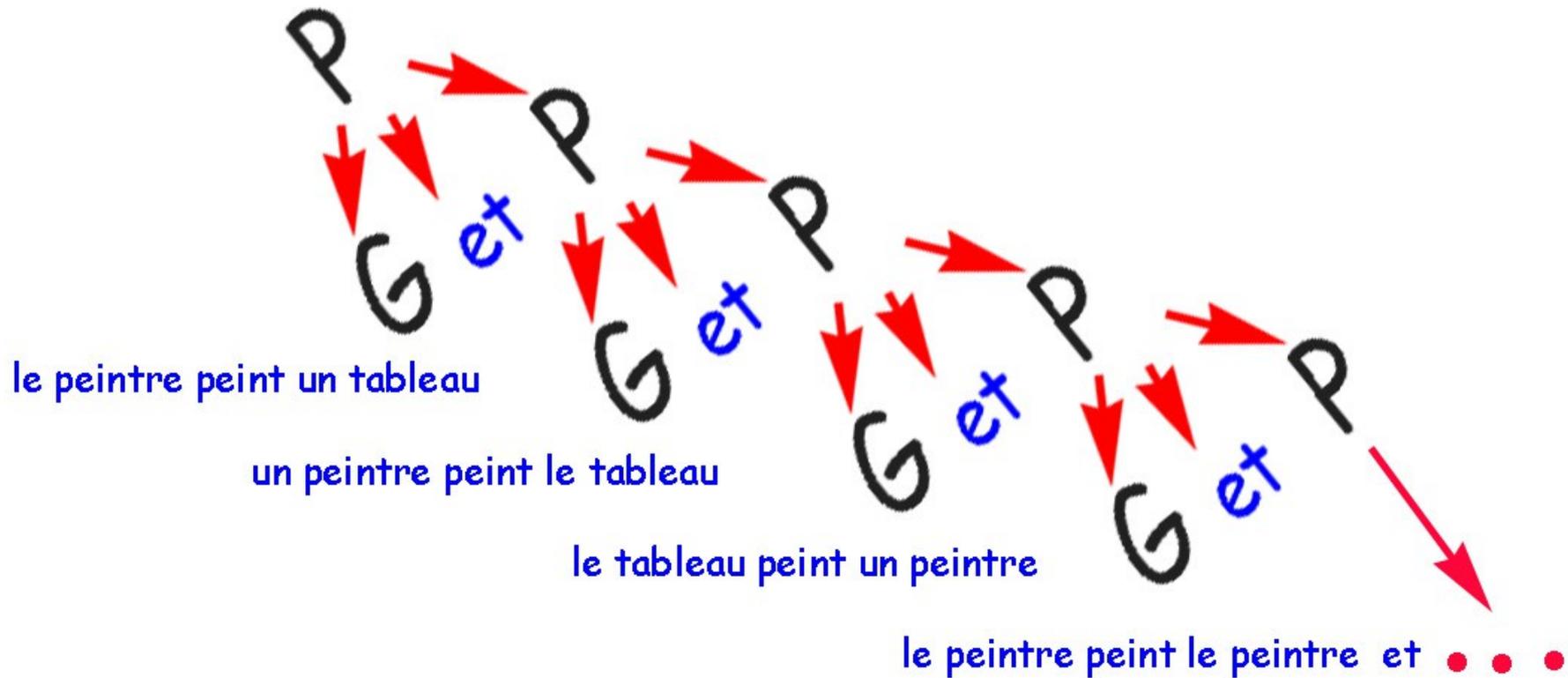
qui génère :

le peintre peint un tableau  
un peintre peint un tableau  
un peintre peint le tableau  
le tableau peint un peintre  
...  
le peintre peint le peintre  
...

16 phrases possibles



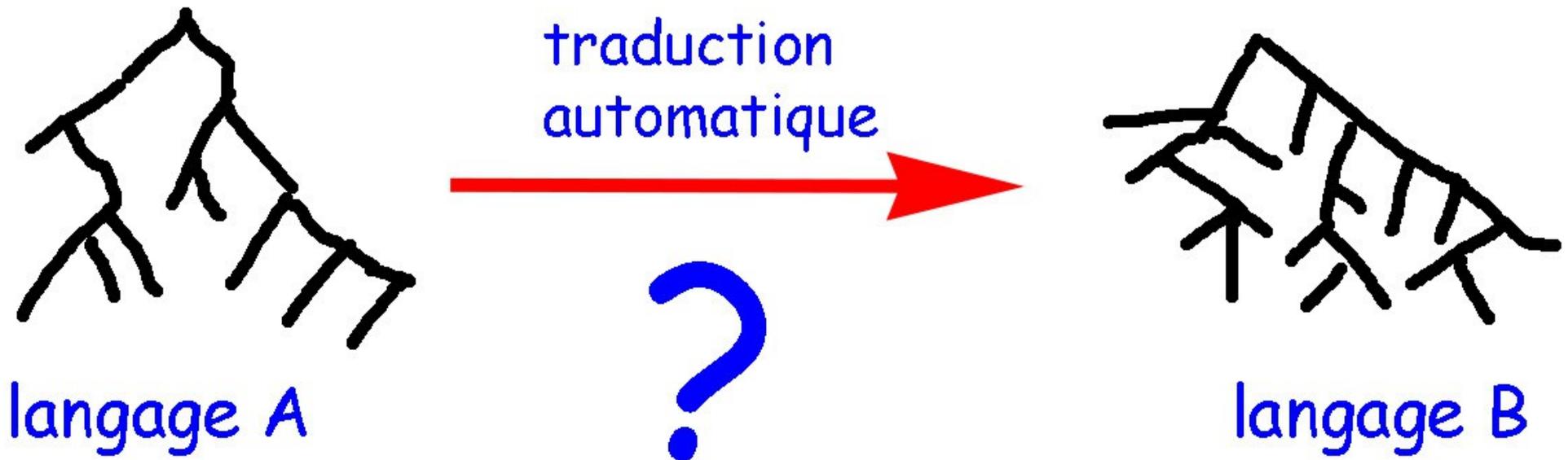
# ARBRES et INFORMATIQUE et Chomsky ?



grâce à la récursivité les grammaires de Chomsky engendrent une infinité d'arbres et de phrases.



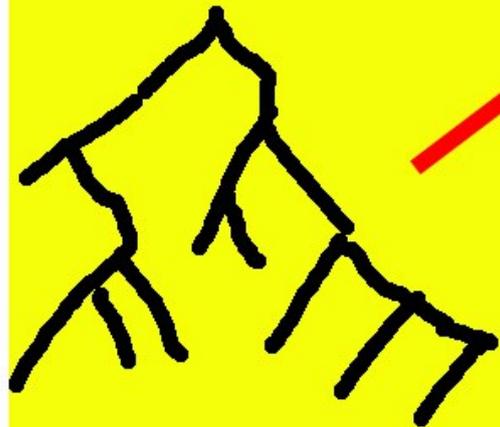
arbres et traduction automatique ...  
le principe est facile (années 60) :





arbres et traduction automatique ...  
le principe est facile (années 60) :

la théorie



langage A



langage pivot  
universel



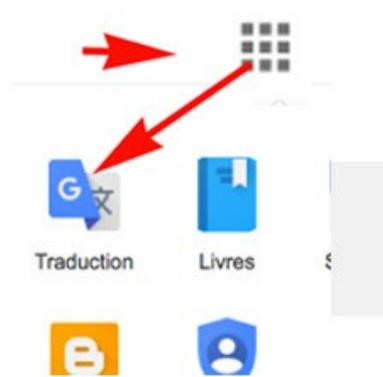
langage B



et maintenant ça fonctionne  
très vite ...  
plus ou moins correctement.

Google

Google  
France



Traduction

Allemand Français Anglais Détecter la langue ▾



Français Allemand Anglais ▾

Traduire

Longtemps, je me suis couché de bonne heure.  
Parfois, à peine ma bougie éteinte, mes yeux se  
fermaient si vite que je n'avais pas le temps de  
me dire



Lange Zeit ging ich früh zu Bett.  
Manchmal, wenn meine Kerze, meine Augen  
schließen, so schnell, dass ich keine Zeit hatte,  
sagen Sie mir,

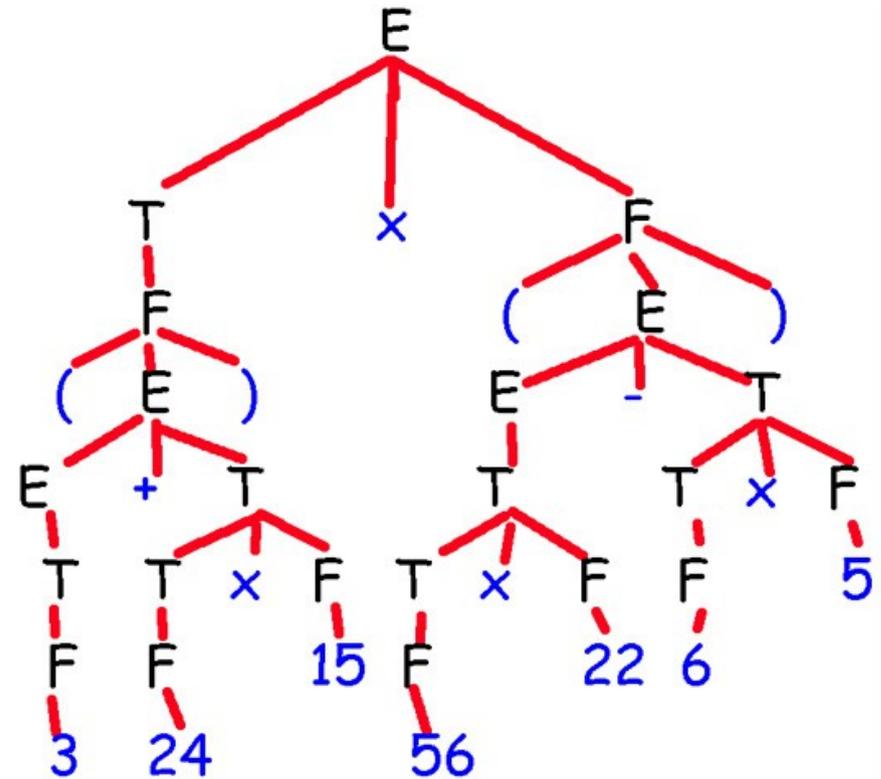
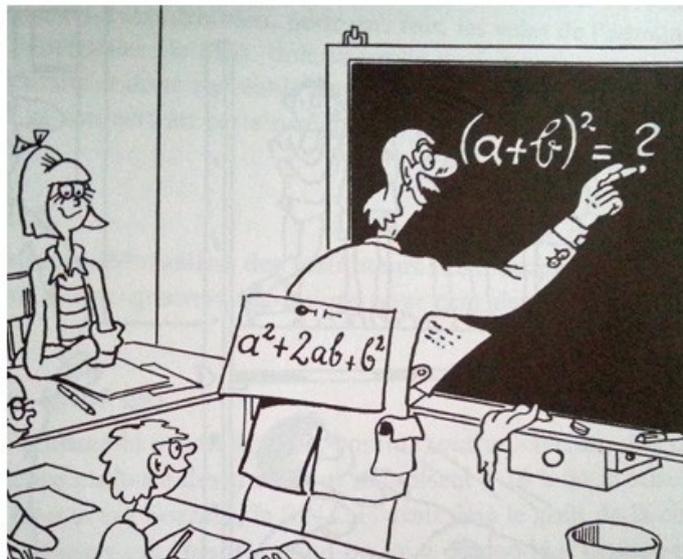


autre langage  
de Chomsky :  
les expressions  
arithmétiques

avec parenthèses

...

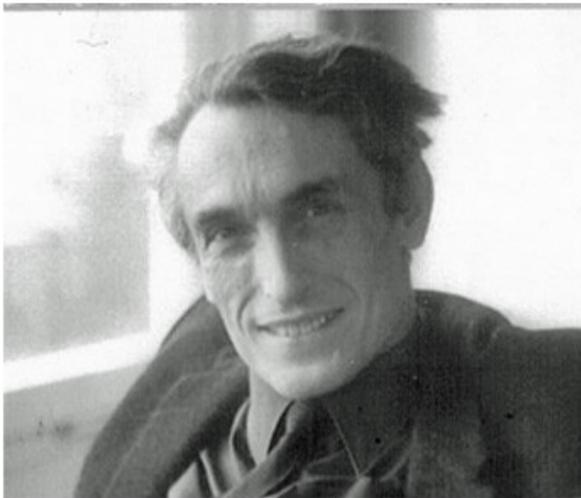
comme au collège !



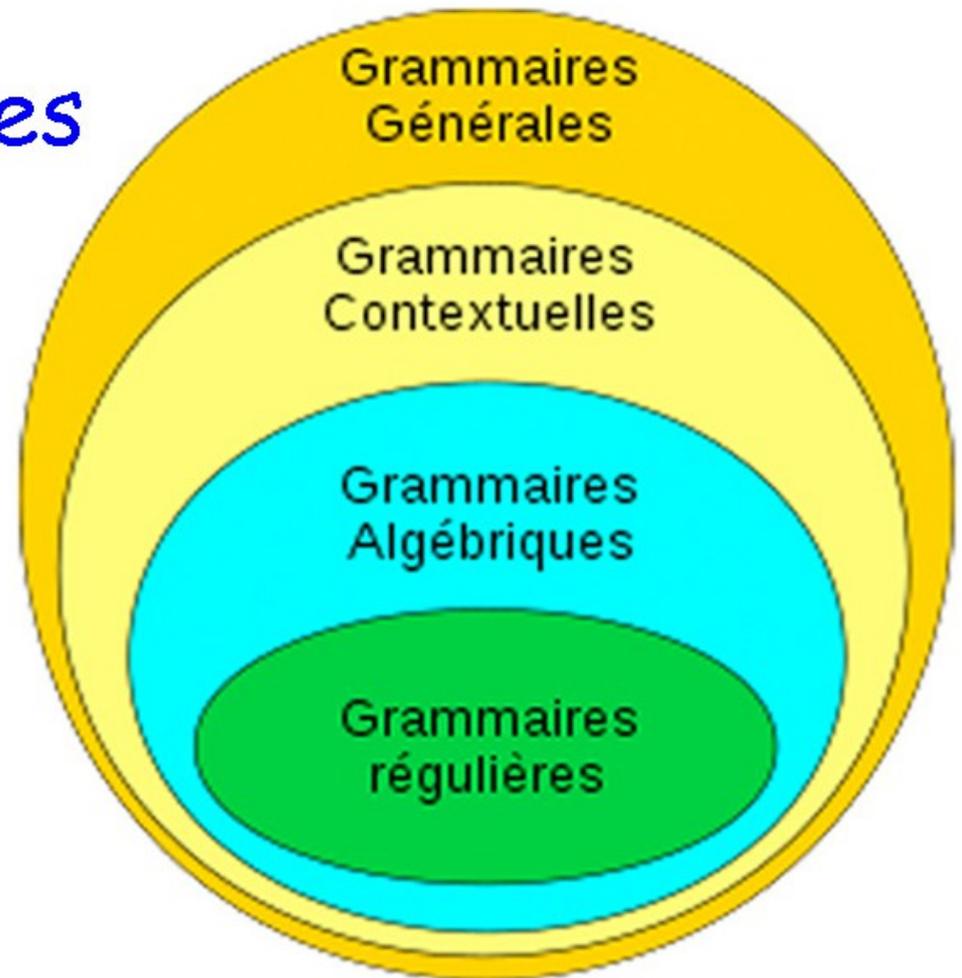
$$(3+24 \times 15) \times (56 \times 22 - 6 \times 5)$$



les langages de programmation  
sont aussi  
«presque» des C-Langages



Marcel- Paul Schutzenberger  
1920-1996





sur ordinateur les «données» sont rangées  
sur «disque dur» (ou mémoire SSD, ...).



comment  
ranger  
les informations  
de manière  
compréhensible ?



la solution (jusqu'à présent universelle) :  
rangement arborescent

terminologie : deux objets seulement :

nœuds

dossier  
répertoire  
directory  
nœud  
branche

feuilles

fichier  
  
file  
  
feuille



et une grammaire ultra simple :

$$D \dashrightarrow (D, f)^*$$

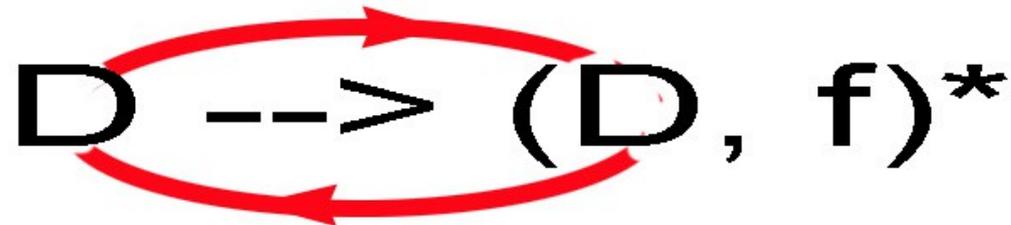
la racine est un dossier

tout dossier contient une suite de dossiers et de fichiers

les fichiers contiennent des informations (textes, images, sons, vidéos,...)



remarquez la récursivité :



la racine est un dossier

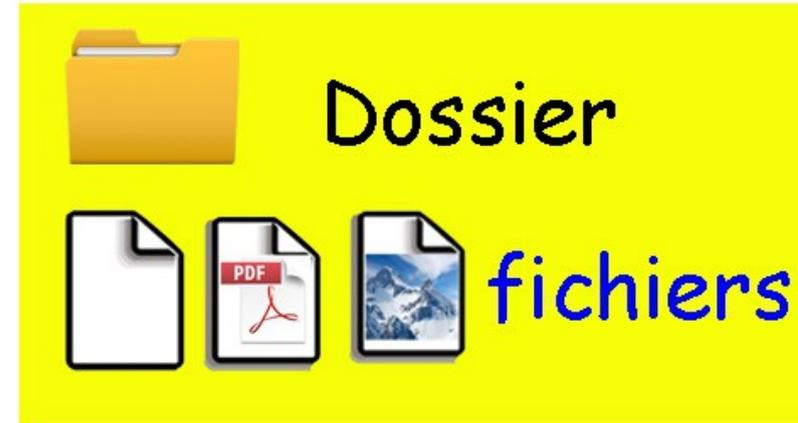
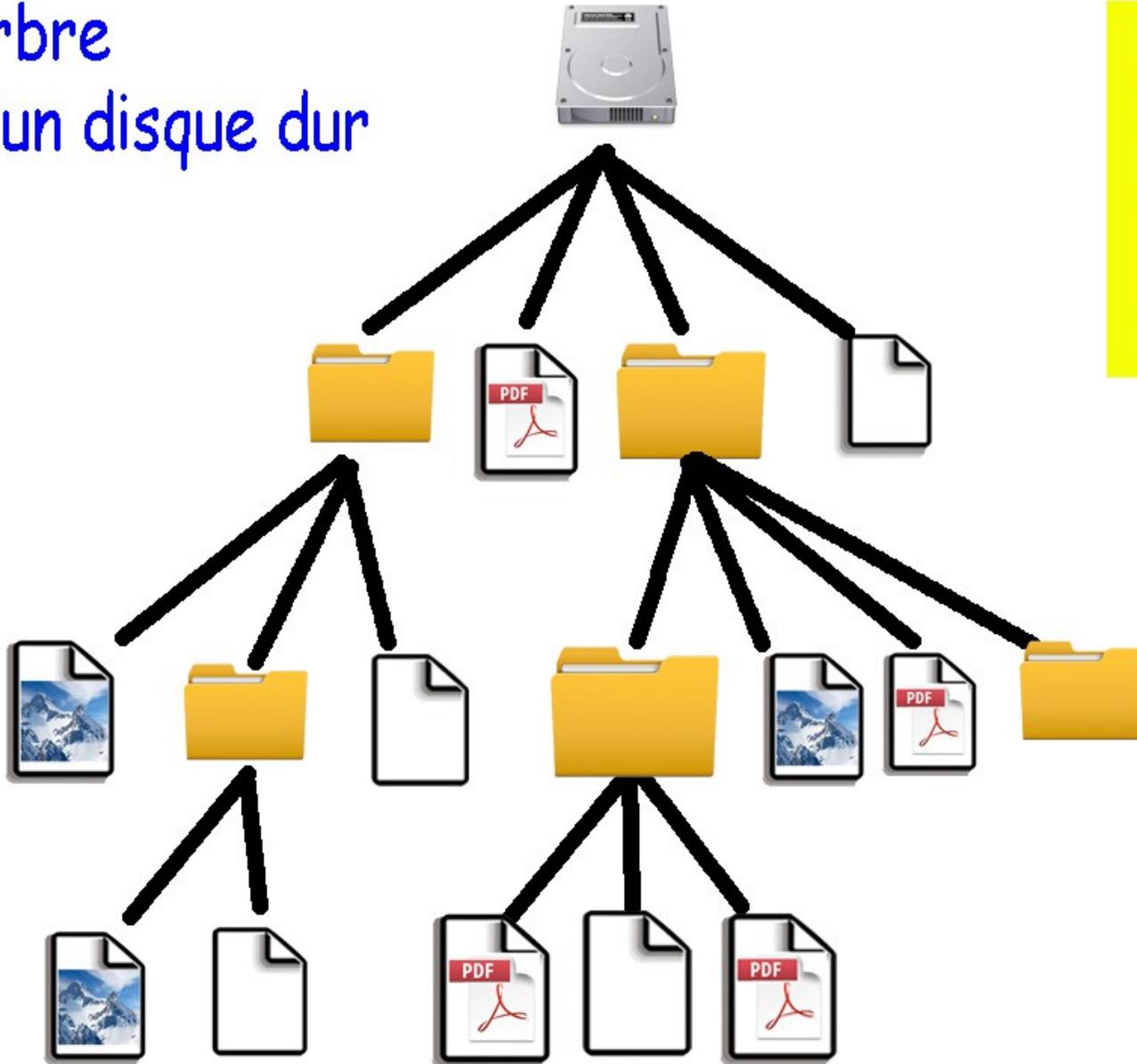
tout dossier contient une suite de dossiers et de fichiers

les fichiers contiennent des informations (textes, images, sons, vidéos,...)

nous pouvons construire librement sur notre disque dur des arbres arbitrairement grands.



arbre  
d'un disque dur



**Dossier**

**fichiers**



conséquence «amusante» :  
une bonne idée pour les premiers virus

D  
! V D  
! V D  
! V D  
! V D  
! V D  
! V D  
!





disque dur  
rempli  
de dossiers vides !!





mais les arbres des disques durs sont gigantesques

```
Last login: Tue Jan 17 09:33:26 on ttys000
alain:~ aq$ pwd
/Users/aq
alain:~ aq$ ls -laR |wc -l
 237346
alain:~ aq$
```



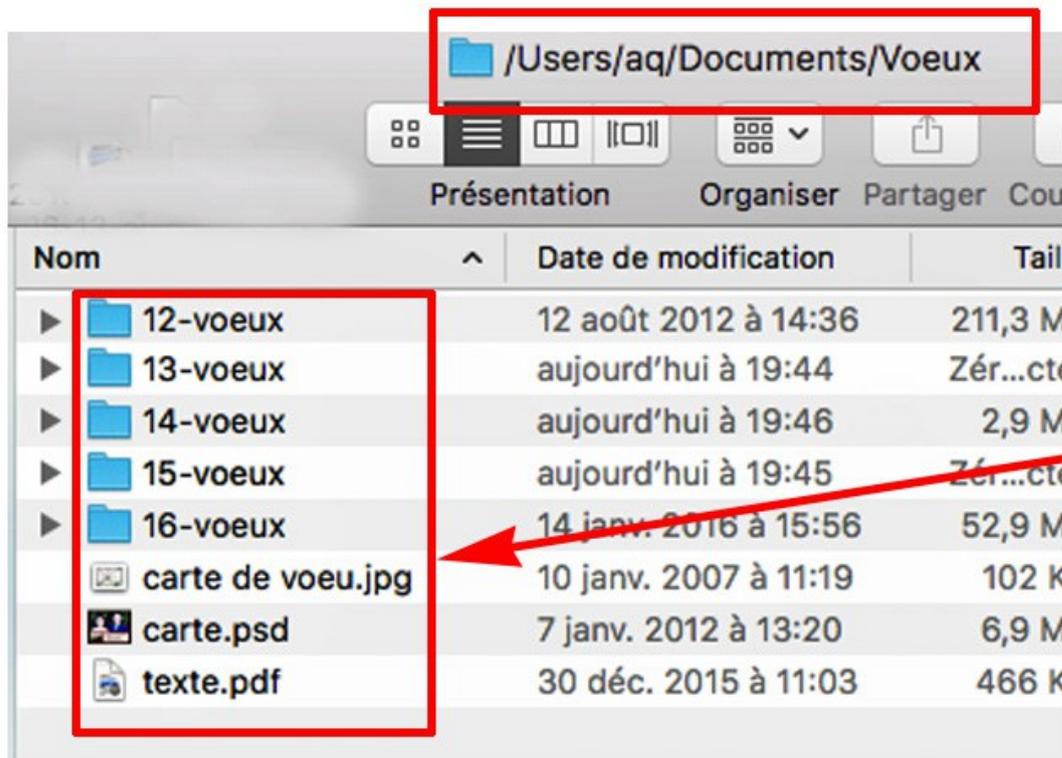
23 000 fichiers  
sur mon ordinateur !

on représente  
donc l'arbre du disque dur  
par morceaux

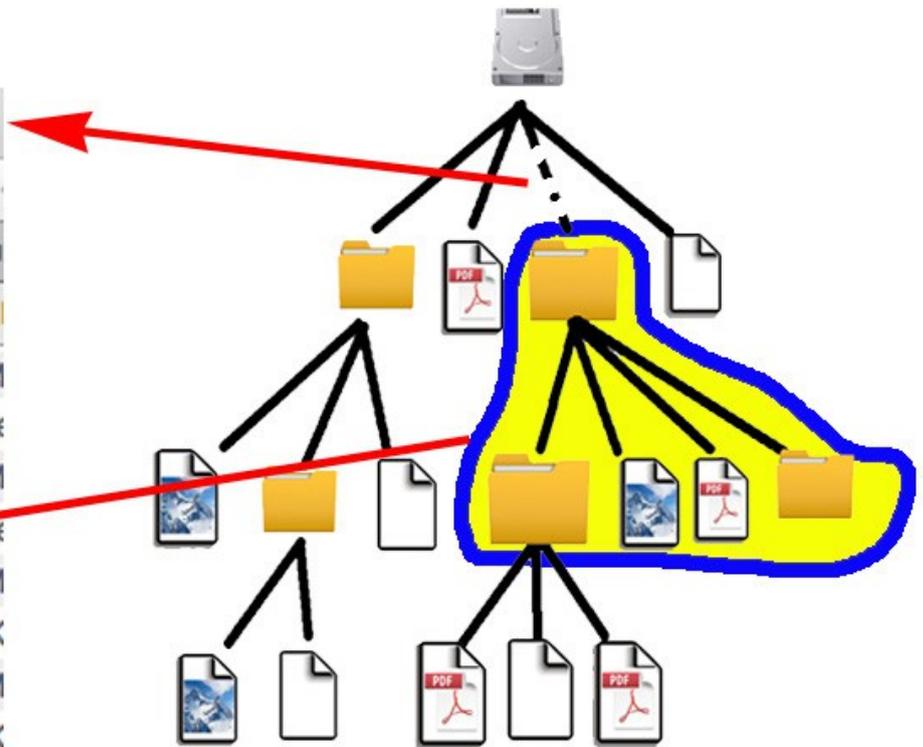


## deux méthodes d'observation

### 1) père et fils



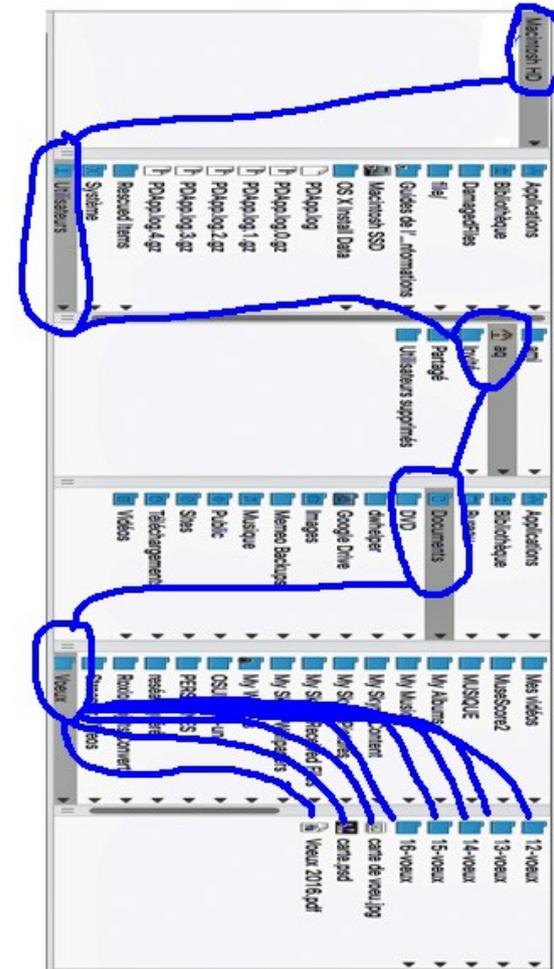
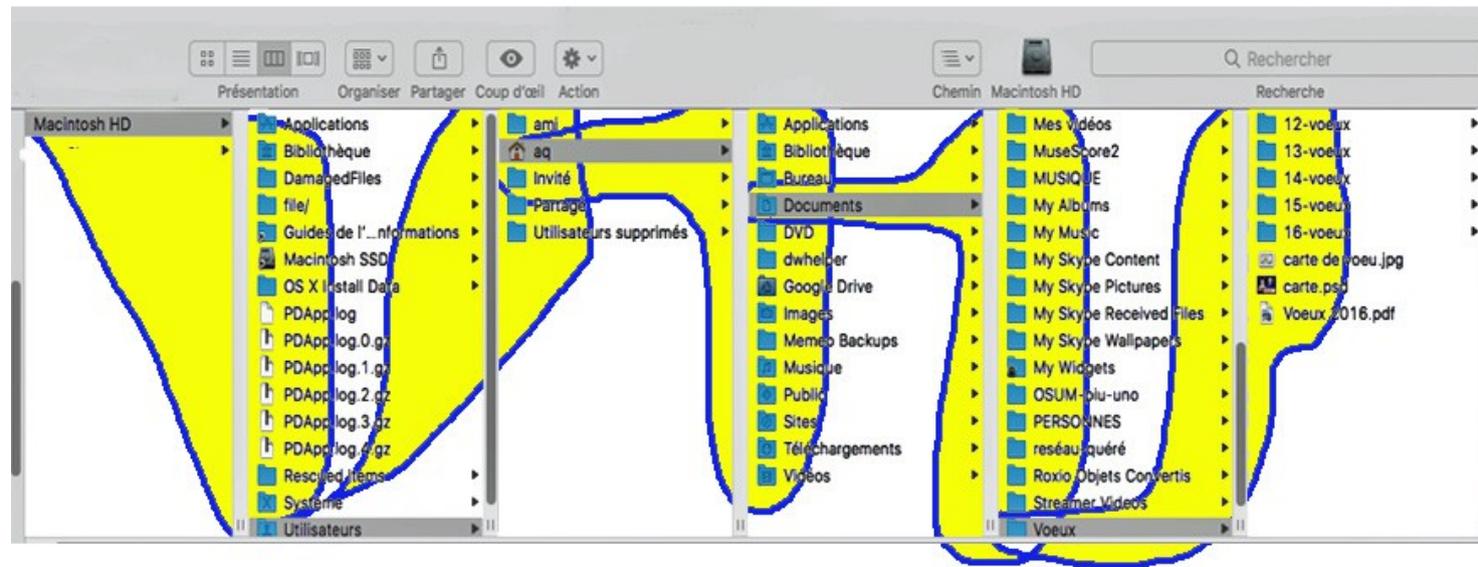
Nom	Date de modification	Tail
12-voeux	12 août 2012 à 14:36	211,3 M
13-voeux	aujourd'hui à 19:44	Zér...cte
14-voeux	aujourd'hui à 19:46	2,9 M
15-voeux	aujourd'hui à 19:45	Zér...cte
16-voeux	14 janv. 2016 à 15:56	52,9 M
carte de voeu.jpg	10 janv. 2007 à 11:19	102 K
carte.psd	7 janv. 2012 à 13:20	6,9 M
texte.pdf	30 déc. 2015 à 11:03	466 K





deux méthodes d'observation

2) chemin depuis la racine ou partiel

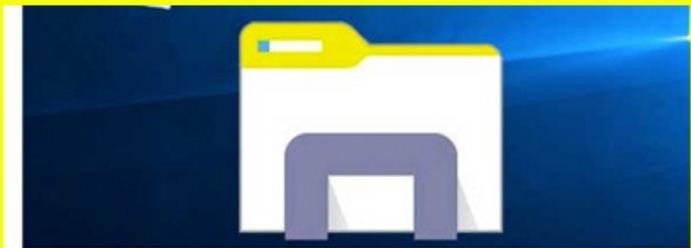
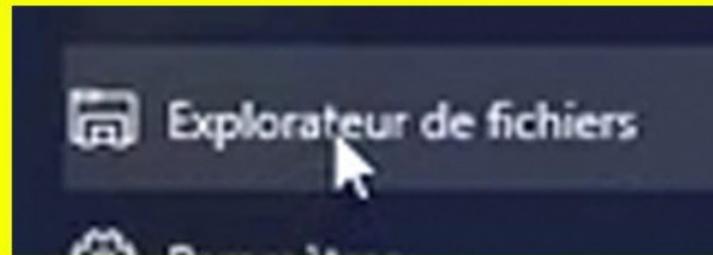


`/users/aq/Documents/voeux/...`



et en pratique ?

sur PC «explorateur de fichiers»



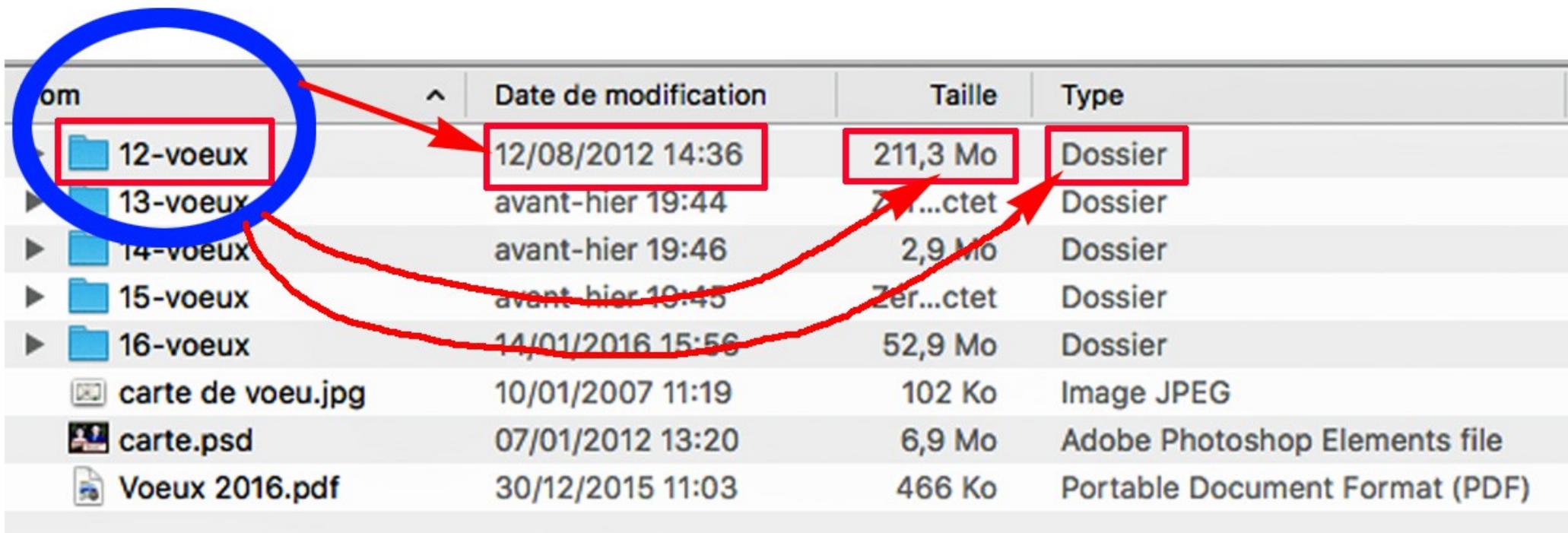
Windows 10, Microsoft a un problème avec l'icône de l'explorateur de fichier

sur Mac le «finder»





un point intéressant :  
l'arbre du disque dur est décoré  
en chaque nœud trois informations : date, taille, type



nom	Date de modification	Taille	Type
12-voeux	12/08/2012 14:36	211,3 Mo	Dossier
13-voeux	avant-hier 19:44	7...ctet	Dossier
14-voeux	avant-hier 19:46	2,9 Mo	Dossier
15-voeux	avant-hier 19:45	Zer...ctet	Dossier
16-voeux	14/01/2016 15:56	52,9 Mo	Dossier
carte de voeu.jpg	10/01/2007 11:19	102 Ko	Image JPEG
carte.psd	07/01/2012 13:20	6,9 Mo	Adobe Photoshop Elements file
Voeux 2016.pdf	30/12/2015 11:03	466 Ko	Portable Document Format (PDF)



et on peut classer les fils selon les informations  
exemple en cliquant sur taille on classe dans  
l'ordre des tailles



Nom	Date de modification	Taille ▾	Type
▶ 12-voeux	12/08/2012	211,3 Mo	Dossier
▶ 16-voeux	14/01/2016	52,9 Mo	Dossier
carte.psd	07/01/2012	6,9 Mo	Adobe Photoshop Elements file
▶ 14-voeux	avant-hier	2,9 Mo	Dossier
Voeux 2016.pdf	30/12/2015	466 Ko	Portable Document Format
carte de voeu.jpg	10/01/2007	102 Ko	Image JPEG
▶ 13-voeux	avant-hier	Zér...tet	Dossier
▶ 15-voeux	avant-hier	Zér...tet	Dossier

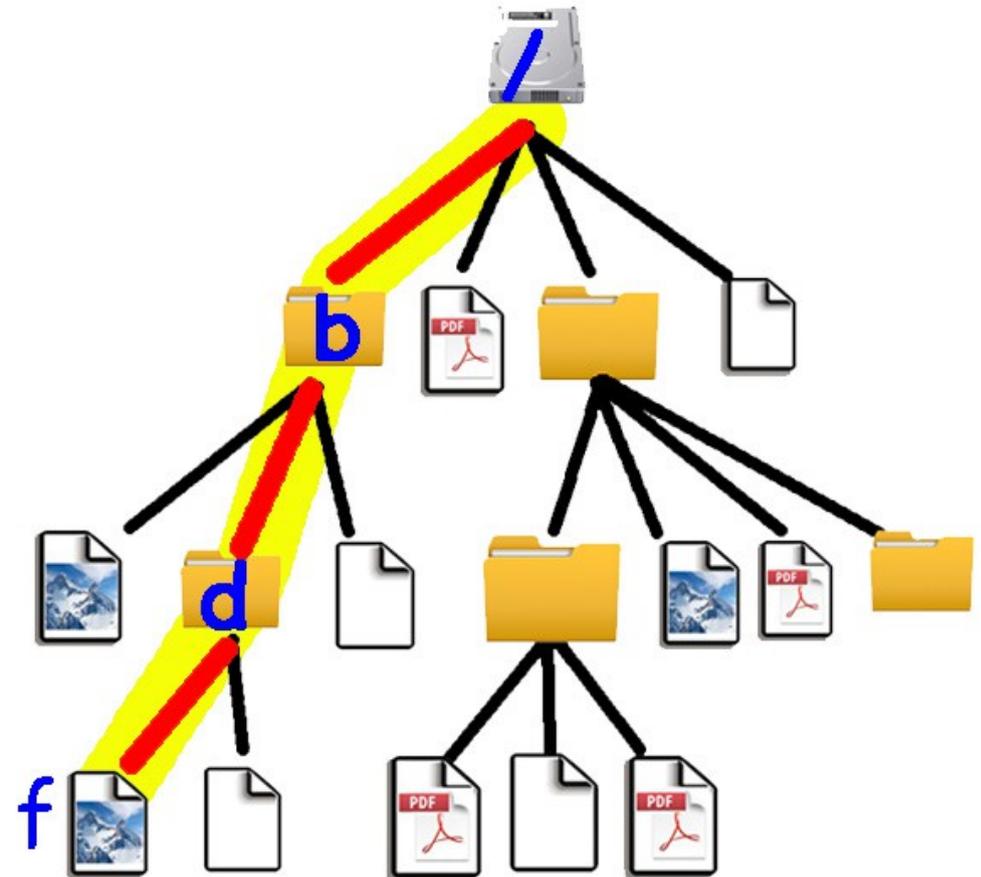


comment retrouver un fichier (ou un noeud)  
dans l'arbre ?

grâce au chemin  
qui le relie à la  
racine.

`/b/d/f`

c'est l'adresse de f

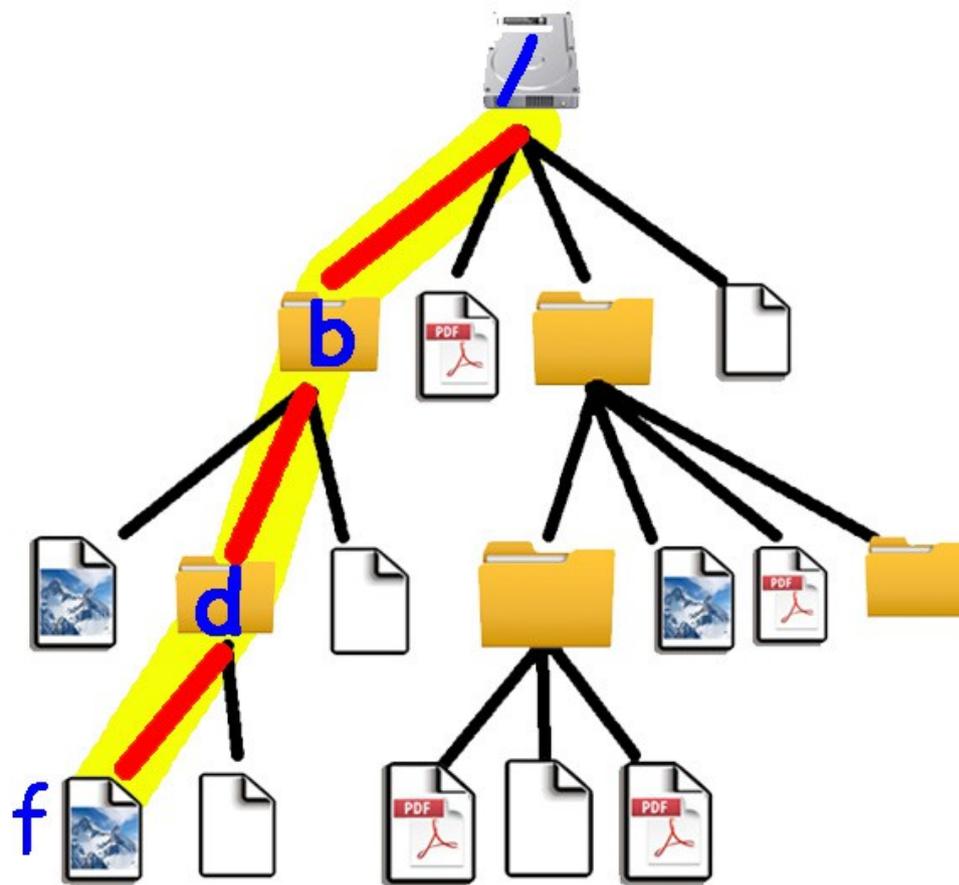


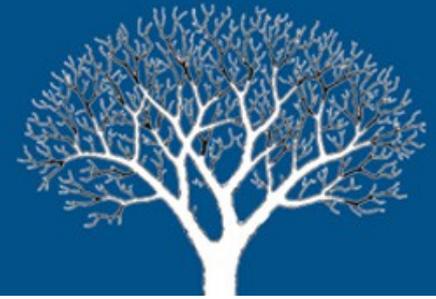


# /b/d/f

s'appelle aussi  
le lien vers f

il suffit de connaître  
le lien pour avoir accès à f

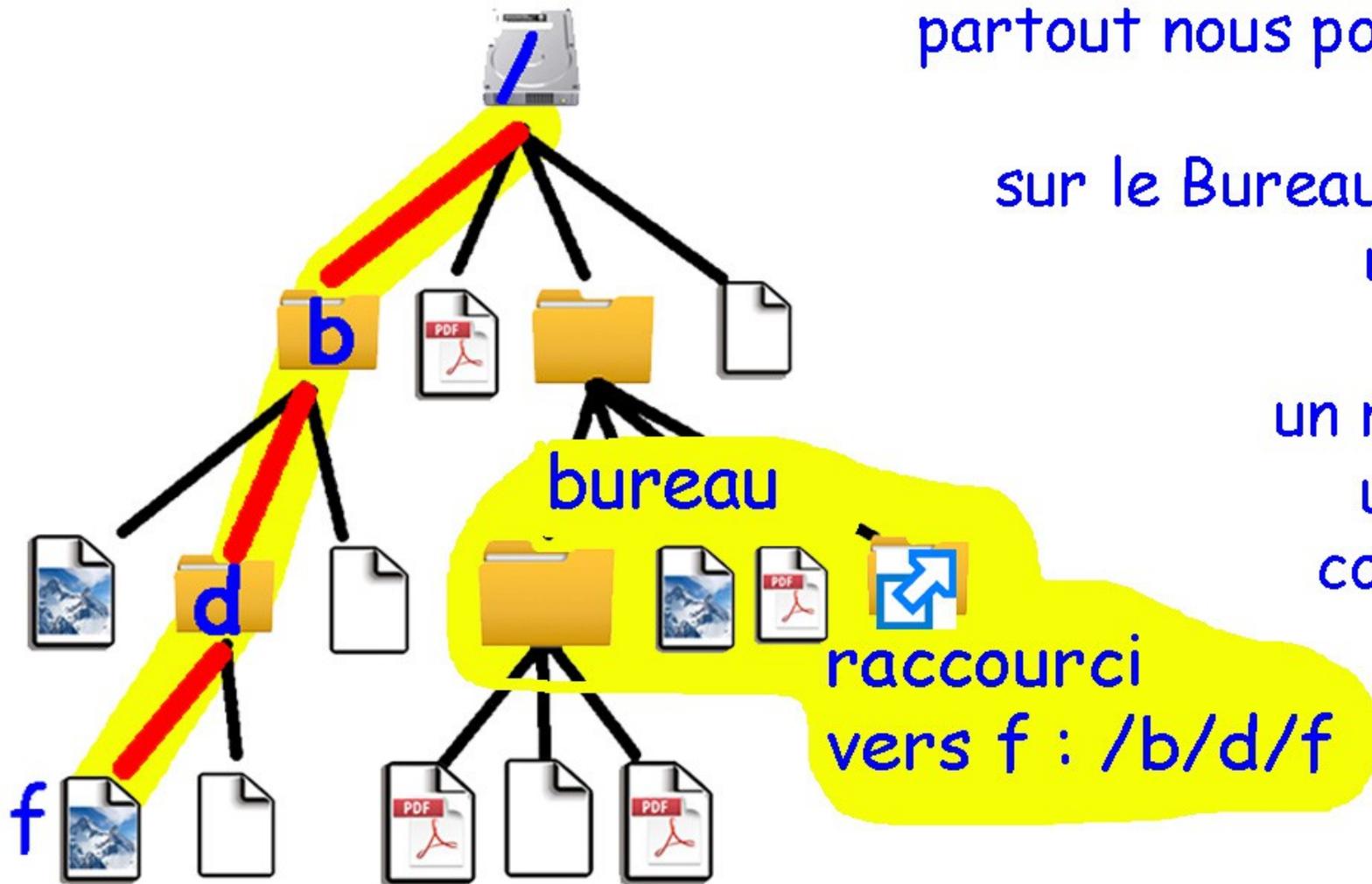




au lieu de rechercher f  
partout nous pouvons mettre

sur le Bureau (ou ailleurs)  
un lien vers f

un raccourci est  
un fichier qui  
contient un lien





## exemple de bureau



raccourci vers  
un programme  
antivirus



un fichier  
«fils» de bureau





## et sur internet ?

## y a t il des arbres ?





Oui ... mais plus précisément  
c'est le Web ( World Wide Web)  
qui plante un arbre sur Internet.



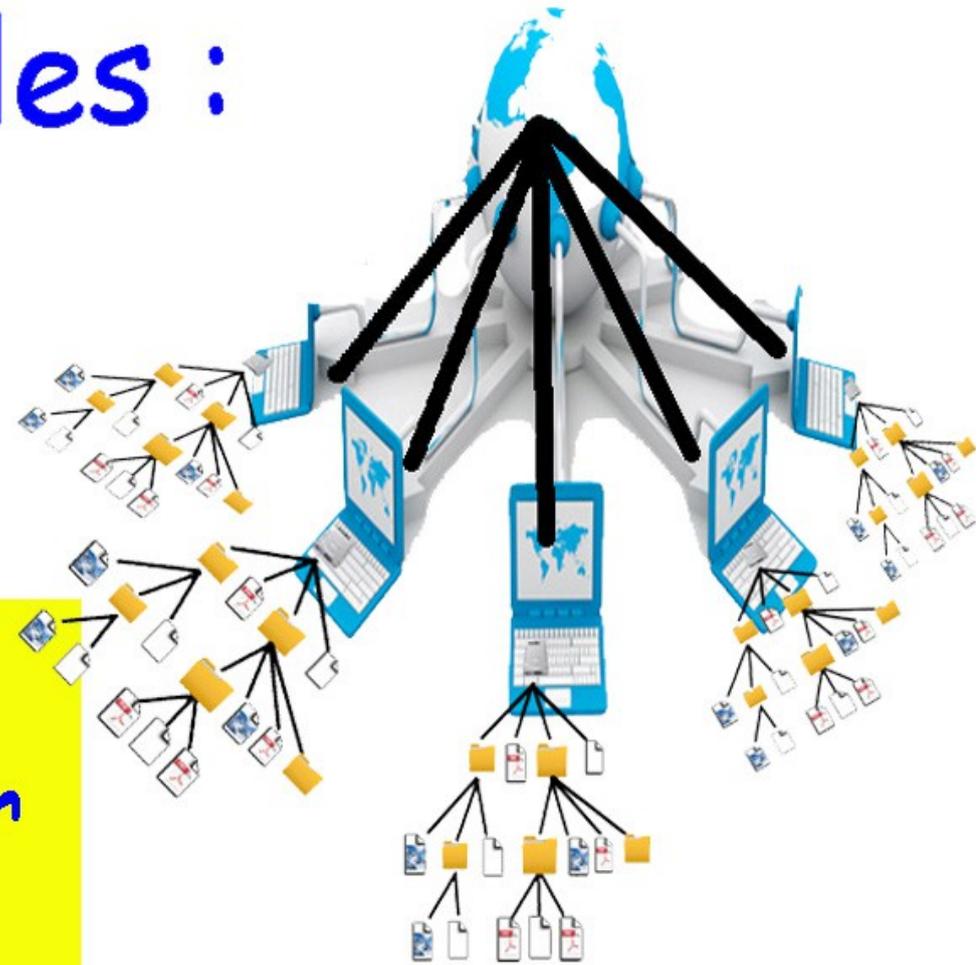


## Deux idées simples :



la première

considérer tout internet  
comme un seul ordinateur  
avec un seul disque dur ...  
donc un seul arbre.



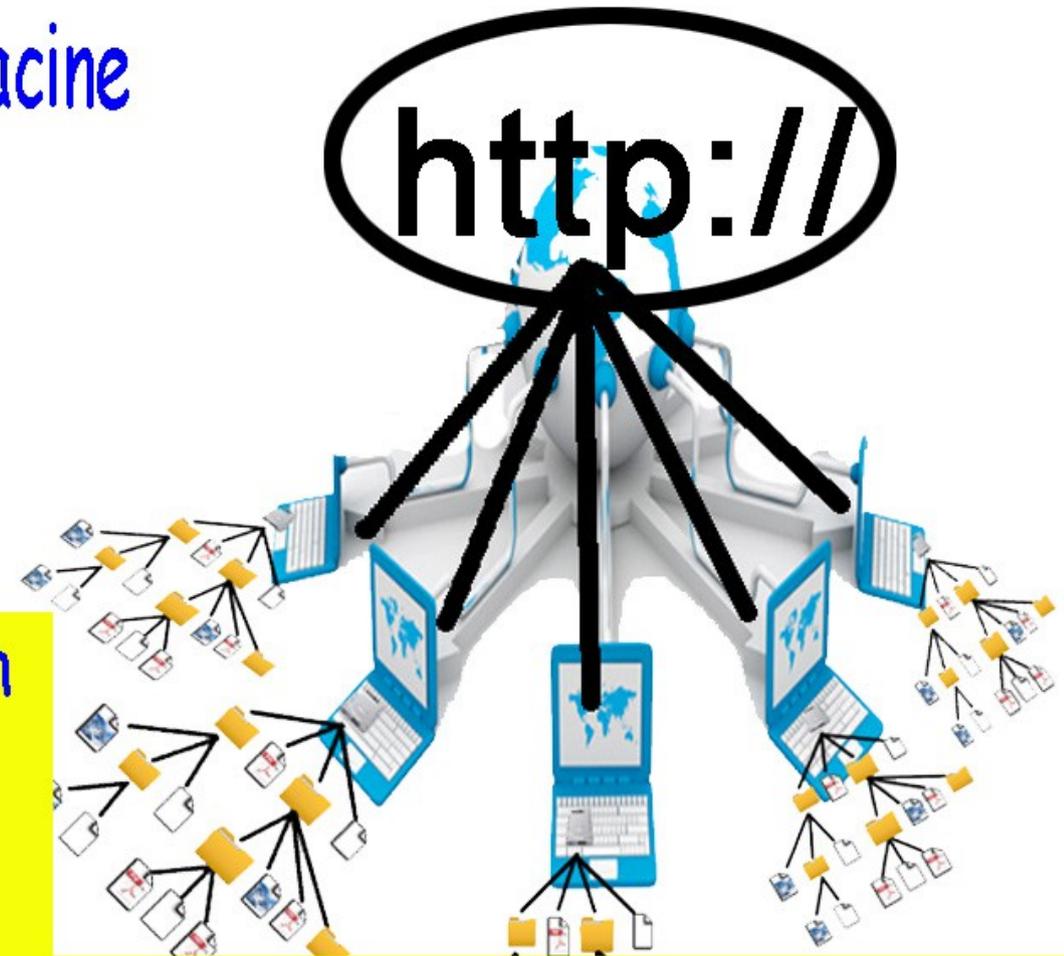


il suffit de donner un nom à la racine

http: //

(HyperText Transfer Protocol),

et d'avoir une application  
pour se promener dans  
l'arbre : un navigateur.



Internet Explorer, Safari, Firefox, chrome, opéra,...





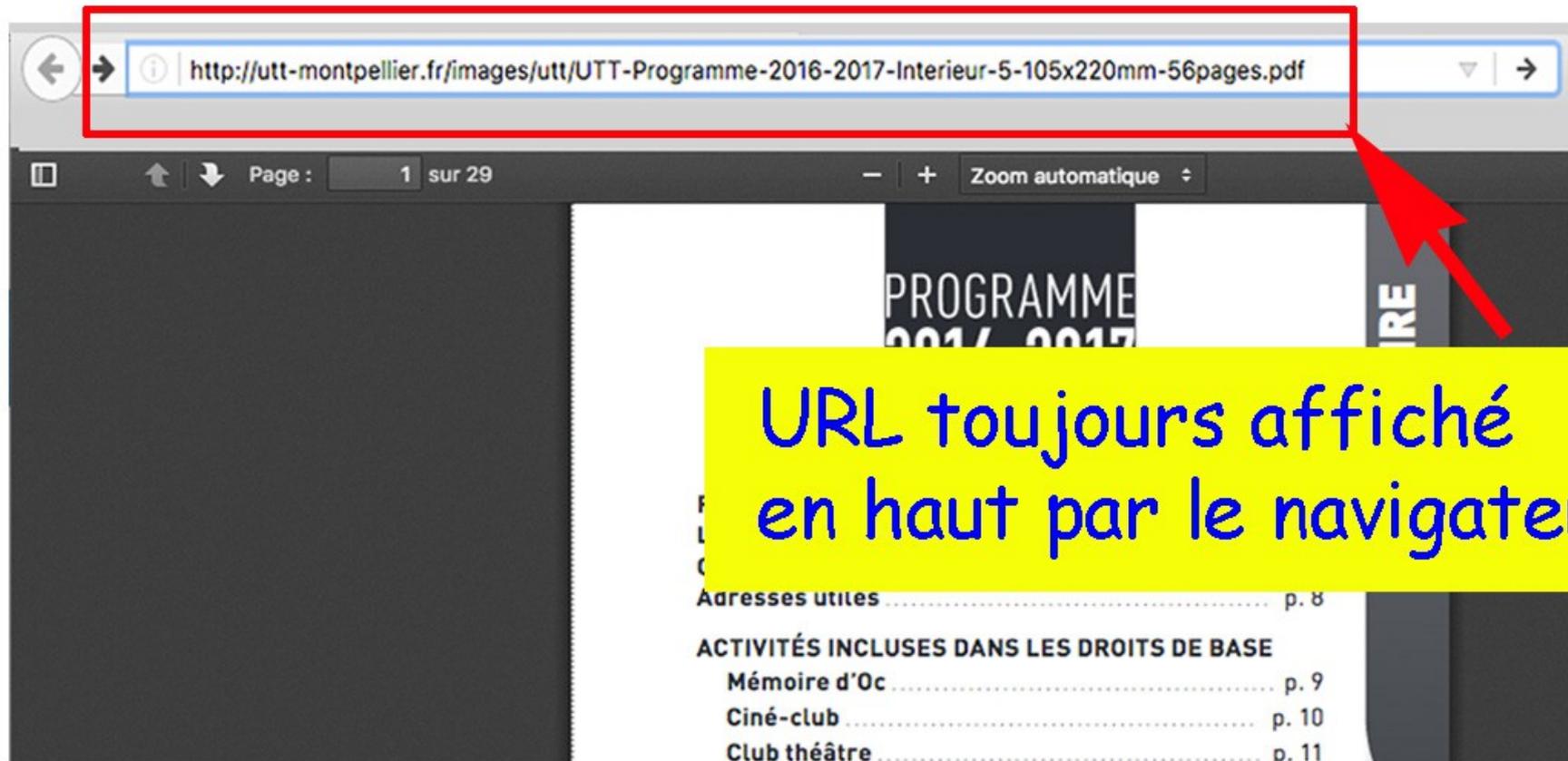
## parts de marché des navigateurs dans le monde

<b>Chrome</b> Google	<b>Safari</b> Apple	<b>IE + Edge</b> Microsoft	<b>Firefox</b> Mozilla	<b>Opera</b> Opera Software	<b>Android</b> Google	<b>UC Browser</b> UCWeb	<b>Autres</b>
50,3 %	17,8 %	11,2 %	7,9 %	3,0 %	2,4 %	2,8 %	4,7 %

chiffres approximatifs, basés sur des comptages arbitraires



## un exemple de chemin dans l'arbre Internet



http://utt-montpellier.fr/images/utt/UTT-Programme-2016-2017-Interieur-5-105x220mm-56pages.pdf

Page : 1 sur 29

Zoom automatique

PROGRAMME  
2016-2017

IRE

Adresses utiles ..... p. 8

ACTIVITÉS INCLUSES DANS LES DROITS DE BASE

Mémoire d'Oc ..... p. 9

Ciné-club ..... p. 10

Club théâtre ..... p. 11

URL toujours affiché  
en haut par le navigateur

<http://utt-montpellier.fr/images/utt/UTT-Programme-2016-2017-Interieur-5-105x220mm-56pages.pdf>



## terminologie ...

<http://utt-montpellier.fr/images/utt/UTT-Programme-2016-2017-Interieur-5-105x220mm-56pages.pdf>

est une «adresse sur Internet»

ou une «URL» : uniform resource locator  
(localisateur uniforme de ressource)

ou encore un «lien hypertexte».

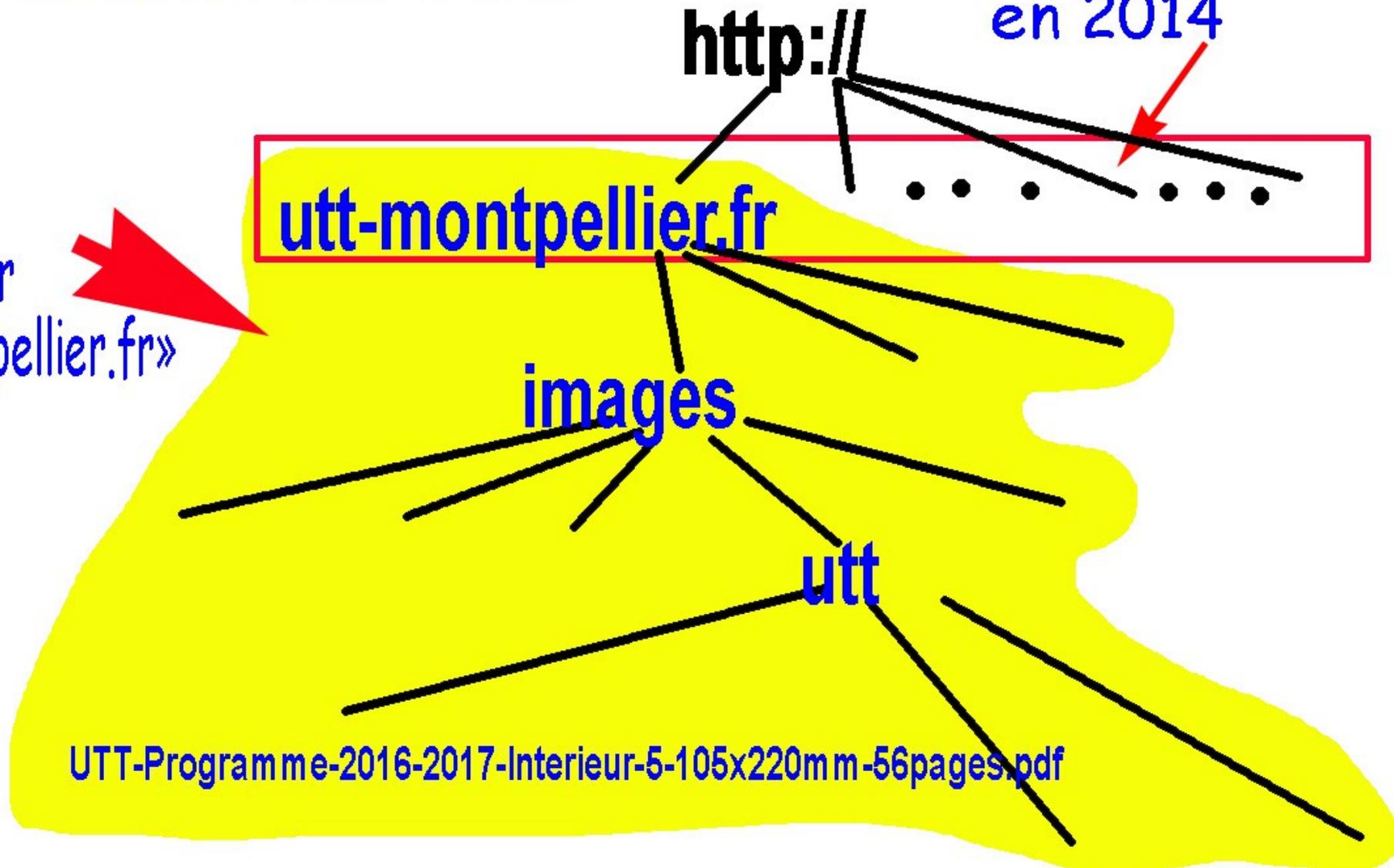
[www.utt-montpellier.fr](http://www.utt-montpellier.fr) = <http://utt-montpellier.fr>



## vue de l'arbre Internet

400 millions  
en 2014

arbre  
sur  
l'ordinateur  
«utt-montpellier.fr»





## seconde idée

accepter des URL dans tous  
les fichiers  
avec «déclenchement du navigateur sur un clic»



## seconde idée

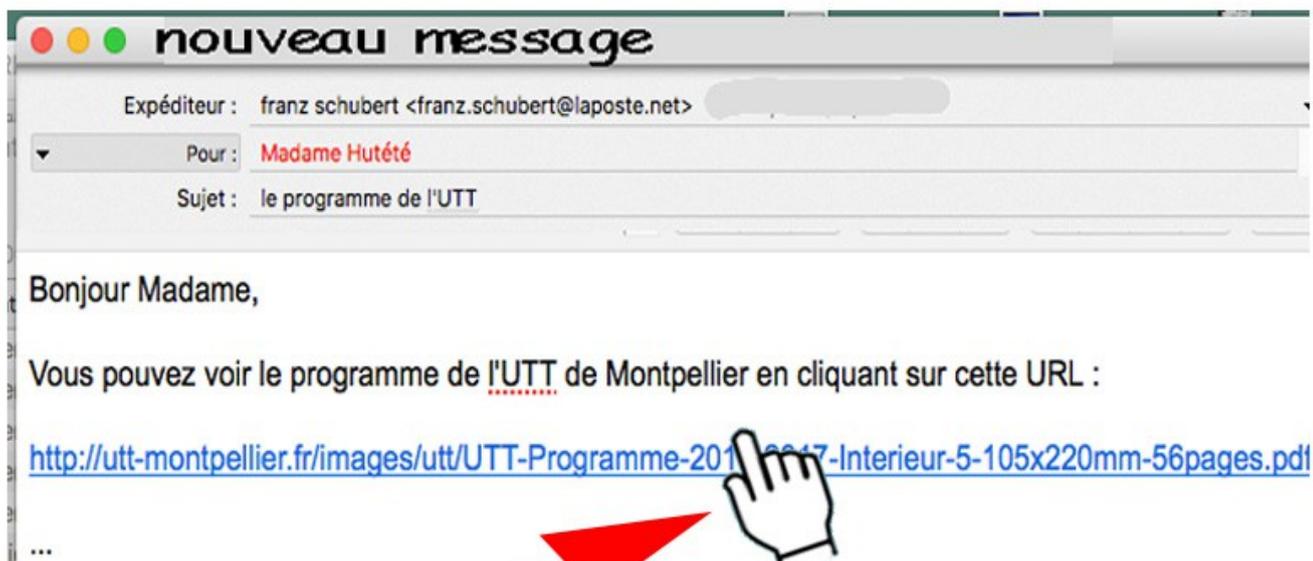
accepter des URL dans tous  
les fichiers  
avec «déclenchement du navigateur» sur un cli





exemple : réception d'un message contenant une URL

ce message  
est un fichier  
sur l'arbre de  
mon ordinateur



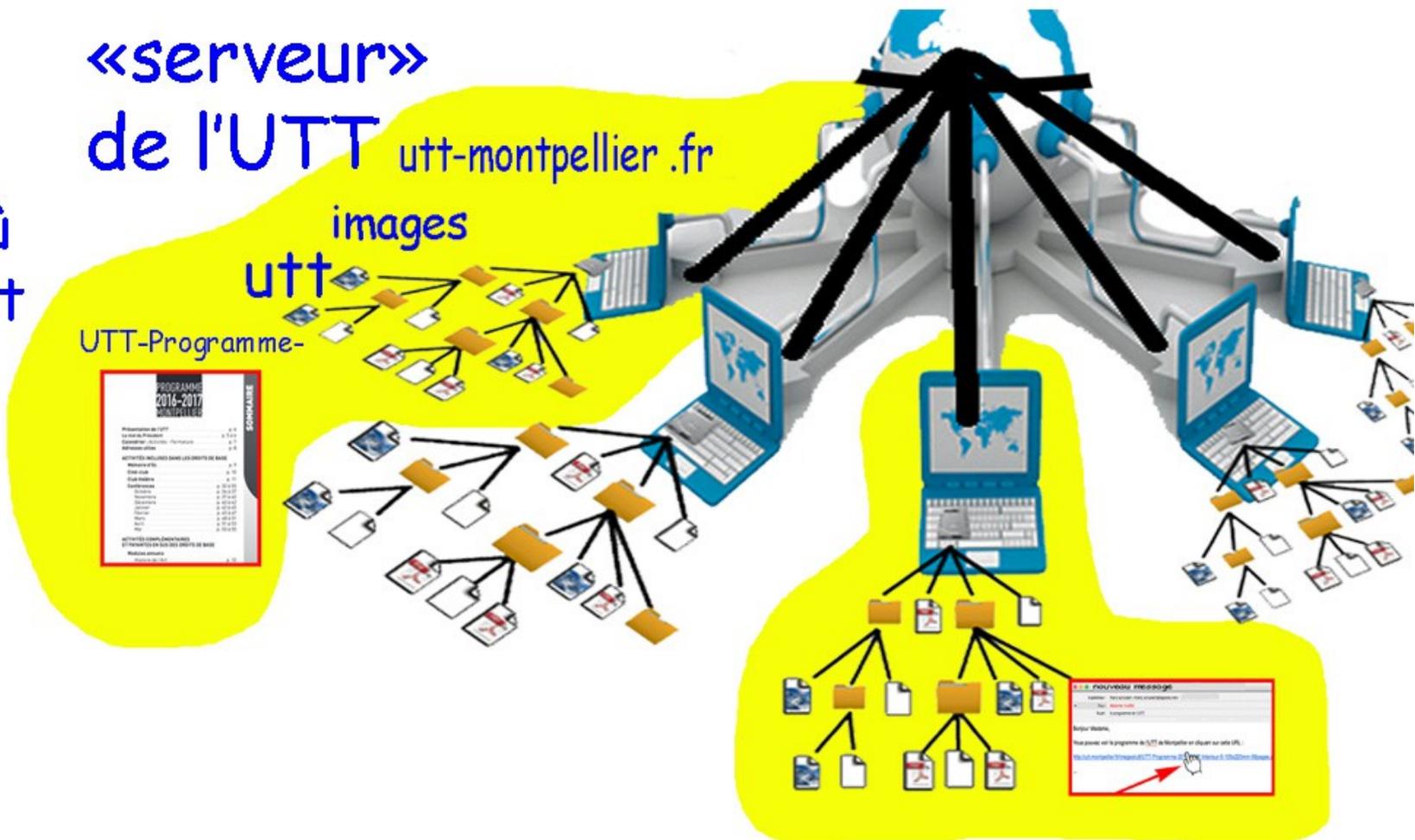
Il contient une URL  
signalée par la main  
je clique ...



n'importe où  
sur Internet

«serveur»  
de l'UTT [utt-montpellier.fr](http://utt-montpellier.fr)

images  
utt  
UTT-Programme-



message sur mon ordinateur



après le clic

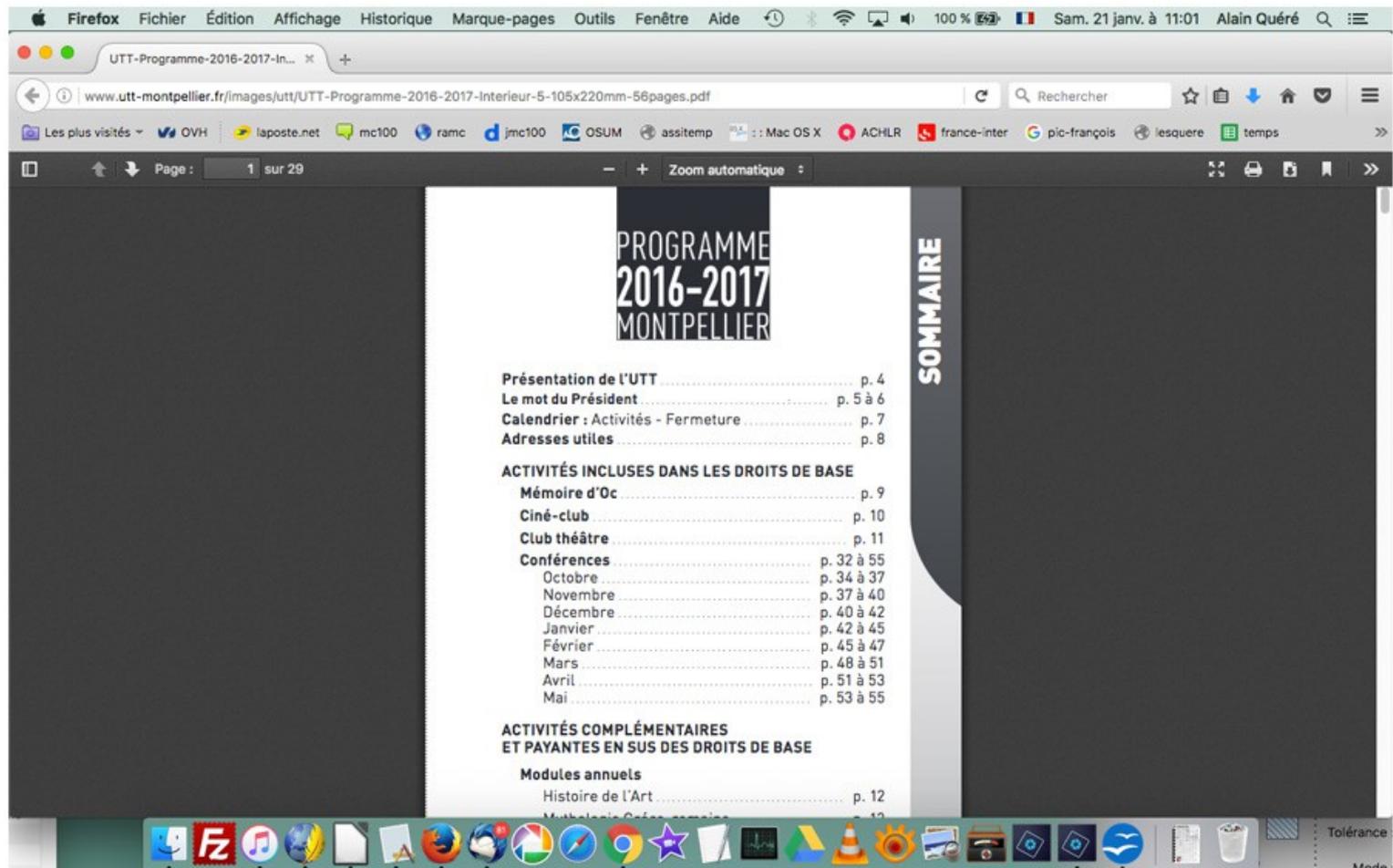
le fichier  
correspondant  
à l'URL  
est affiché

par le navigateur  
de mon ordinateur





résultat sur mon ordinateur avec le navigateur Firefox



The screenshot shows a Firefox browser window with the following details:

- Address bar: [www.utt-montpellier.fr/images/utt/UTT-Programme-2016-2017-Interieur-5-105x220mm-56pages.pdf](http://www.utt-montpellier.fr/images/utt/UTT-Programme-2016-2017-Interieur-5-105x220mm-56pages.pdf)
- Page number: 1 sur 29
- Zoom: Zoom automatique

The PDF content is a table of contents for the 'PROGRAMME 2016-2017 MONTPELLIER'.

PROGRAMME 2016-2017 MONTPELLIER	
Présentation de l'UTT	p. 4
Le mot du Président	p. 5 à 6
Calendrier : Activités - Fermeture	p. 7
Adresses utiles	p. 8
<b>ACTIVITÉS INCLUSES DANS LES DROITS DE BASE</b>	
Mémoire d'Oc	p. 9
Ciné-club	p. 10
Club théâtre	p. 11
Conférences	p. 32 à 55
Octobre	p. 34 à 37
Novembre	p. 37 à 40
Décembre	p. 40 à 42
Janvier	p. 42 à 45
Février	p. 45 à 47
Mars	p. 48 à 51
Avril	p. 51 à 53
Mai	p. 53 à 55
<b>ACTIVITÉS COMPLÉMENTAIRES ET PAYANTES EN SUS DES DROITS DE BASE</b>	
<b>Modules annuels</b>	
Histoire de l'Art	p. 12
Mathématiques	p. 13



généralisation : l'hypertexte  
permet de sauter sans effort  
d'une feuille à l'autre dans l'arbre Internet ...

en cliquant  
sur

**Tim Berners Lee**

je pars sur  
une autre feuille  
de l'arbre Internet



Non connecté Discussion Contributions Créer un compte Se connecter

Article Discussion Lire Modifier Modifier le code Historique Rechercher sur Wikipédia

## Hypertexte

Un **hypertexte** est un [document](#) ou un ensemble de documents contenant des unités d'information liées entre elles par des [hyperliens](#). Ce système permet à l'utilisateur d'aller directement à l'unité qui l'intéresse, à son gré, d'une façon non linéaire. Le terme, créé en 1965 par Ted Nelson, désignait, dans les premières années, un champ de recherche d'orientation littéraire fonctionnant sur un système fermé. En parallèle, les grandes industries commencent à définir un langage de [page](#) standardisé ([GML / SGML](#)) afin de gérer leurs documents sur un ordinateur central. C'est cette technologie que retiendra **Tim Berners-Lee** pour relier entre elles les ressources de l'Internet dans le World Wide Web.

Étymologiquement, le préfixe « hyper » de la base « texte » renvoie au dépassement des contraintes de la linéarité du texte écrit. Lorsque les unités d'information ne sont pas uniquement textuelles, mais aussi [audiovisuels](#), on peut parler de système et de documents [hyper](#)...

Le terme « hypertexte » est [polysémique](#). Dans les années 1990, lorsque ce terme était peu répandu dans son sens informatique, les dictionnaires lui donnaient le sens du néologisme créé par [Gérard Genette](#) pour la [théorie littéraire](#) : « [texte littéraire dérivé par rapport à un autre qui lui est antérieur et lui sert de modèle ou de source](#), d'où des

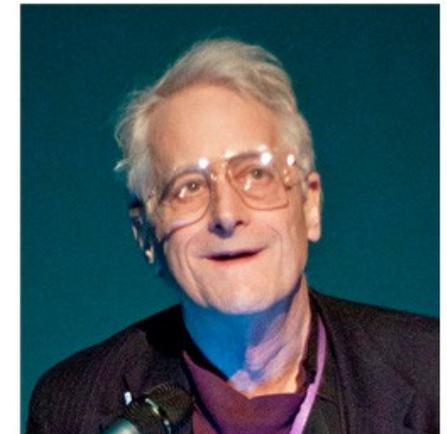


la conception de l'hypertexte est ancienne

1945 Vannevar Bush



1965 Ted Nelson (projet Xanadu)



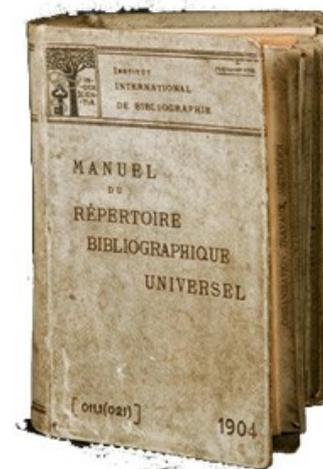
1989 rendu possible techniquement par le Web  
et la vitesse de traitement sur les réseaux ...



## quelques autres arbres de classement ...

en 1895  
la classification  
décimale  
universelle

pour les bibliothèques



Classe 1 - Philosophie et psychologie

10

101 - Nature et méthode de la philo

11 - Métaphysique

...

116 - Mouvement

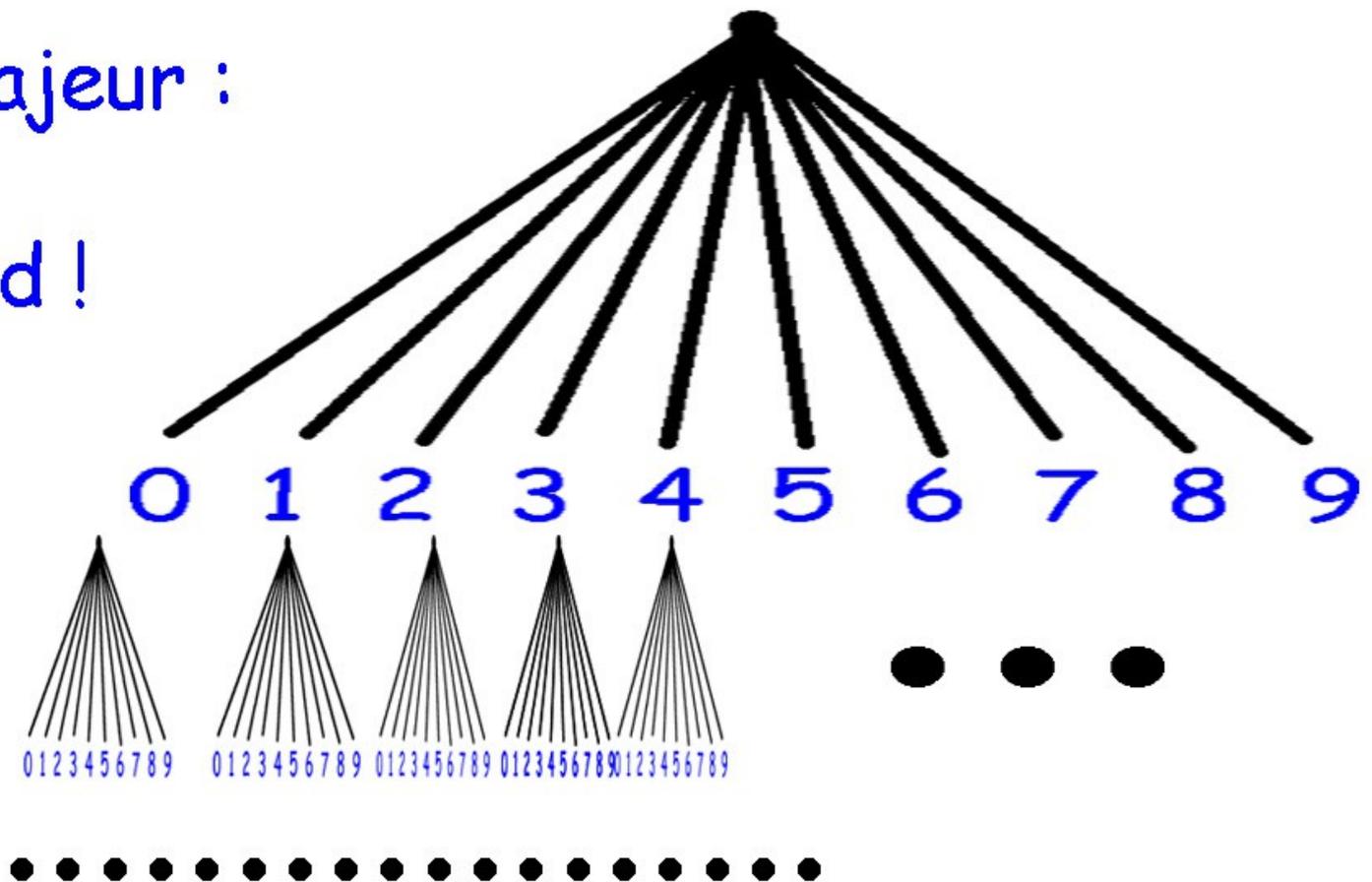
...

119 Quantité, nombre



## Arbre de la DCU

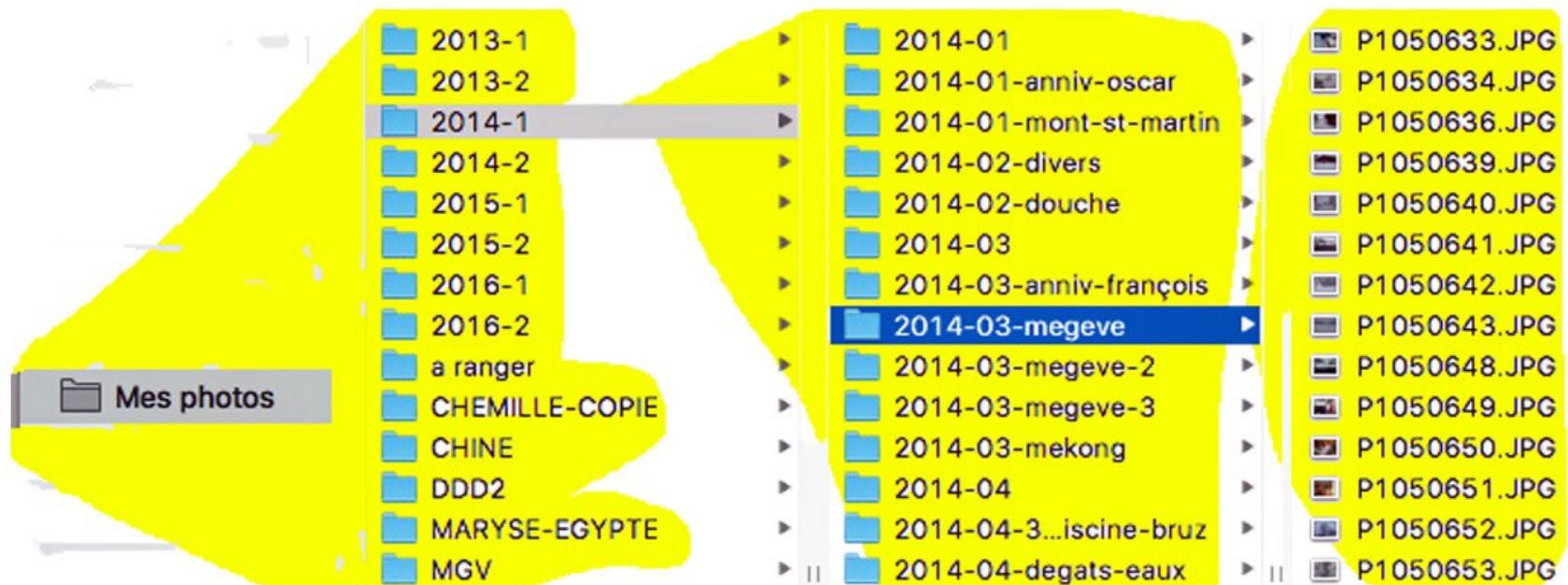
inconvenient majeur :  
10 fils au plus  
en chaque noeud !





## Autre exemple le classement des photos sur ordinateur

chronologique ou thématique ?



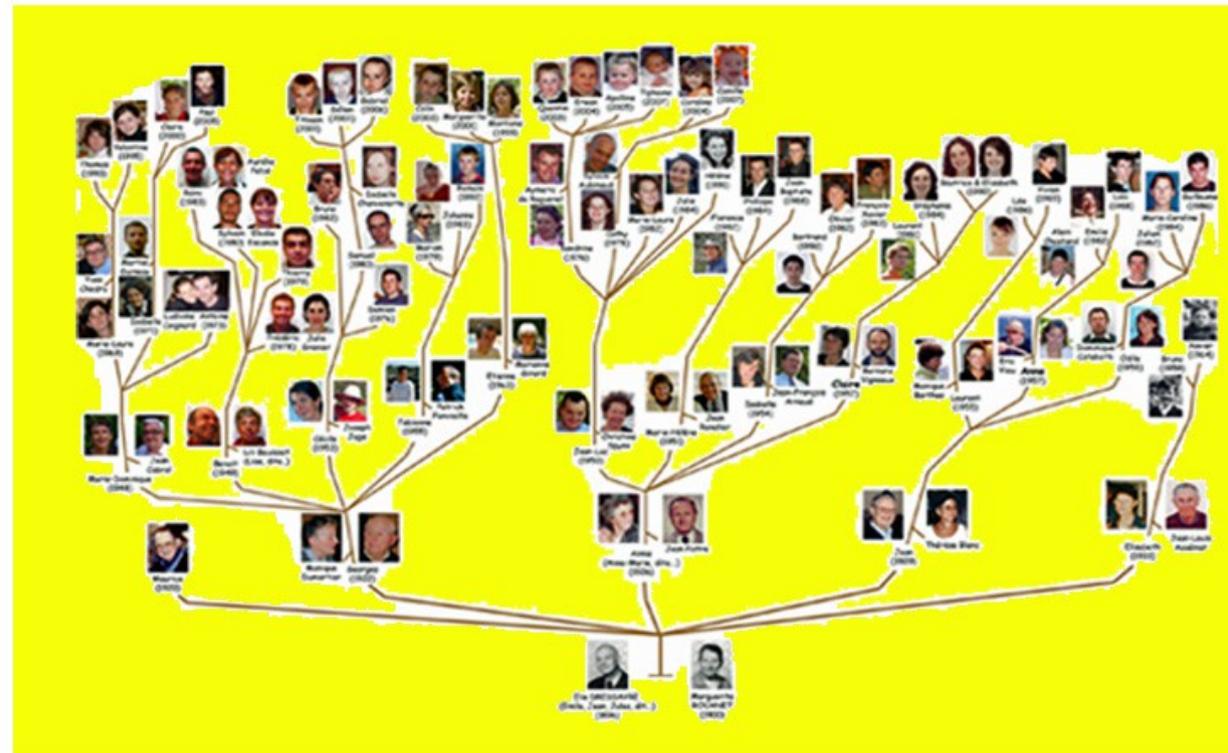


## et les arbres généalogiques ...

Nombreuses applications

une trentaine sur PC

une dizaine sur Mac



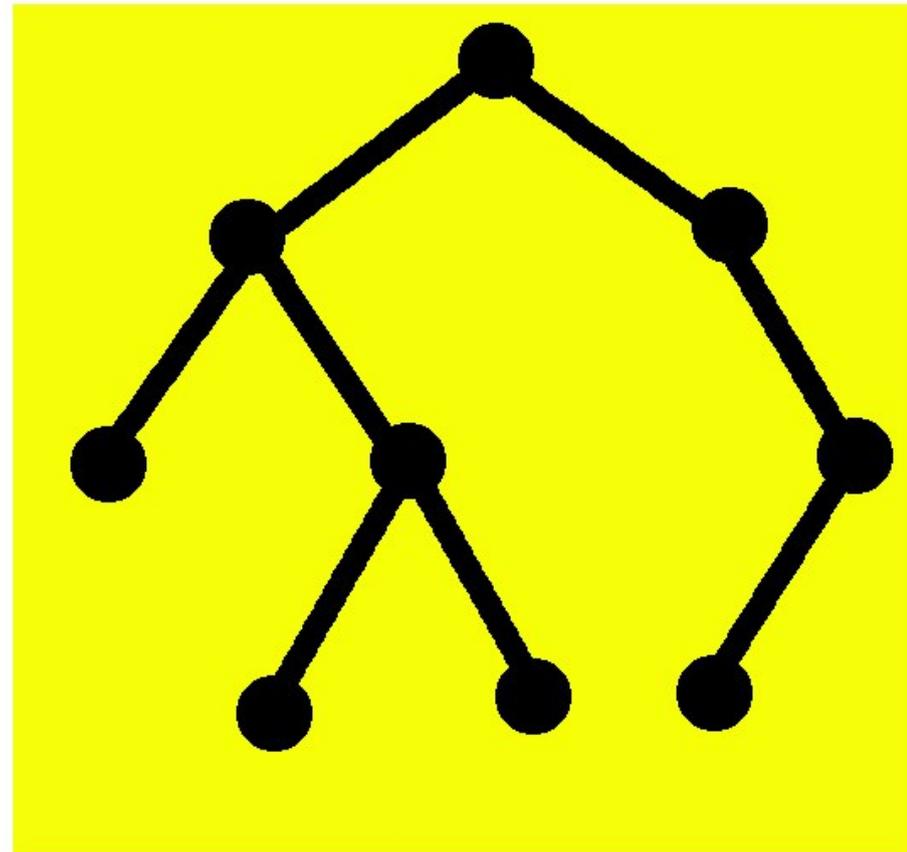


les arbres améliorent les algorithmes ...

vaste sujet,

contentons nous d'un exemple  
sur les arbres binaires

arbre binaire :  
chaque noeud a  
0, 1 ou 2 fils





un problème très courant :

est-ce que  $X$  appartient à un ensemble  $E$  ?

*exemple :*

$E = 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 14$

3 appartient à  $E$  ?      réponse en 2 tests

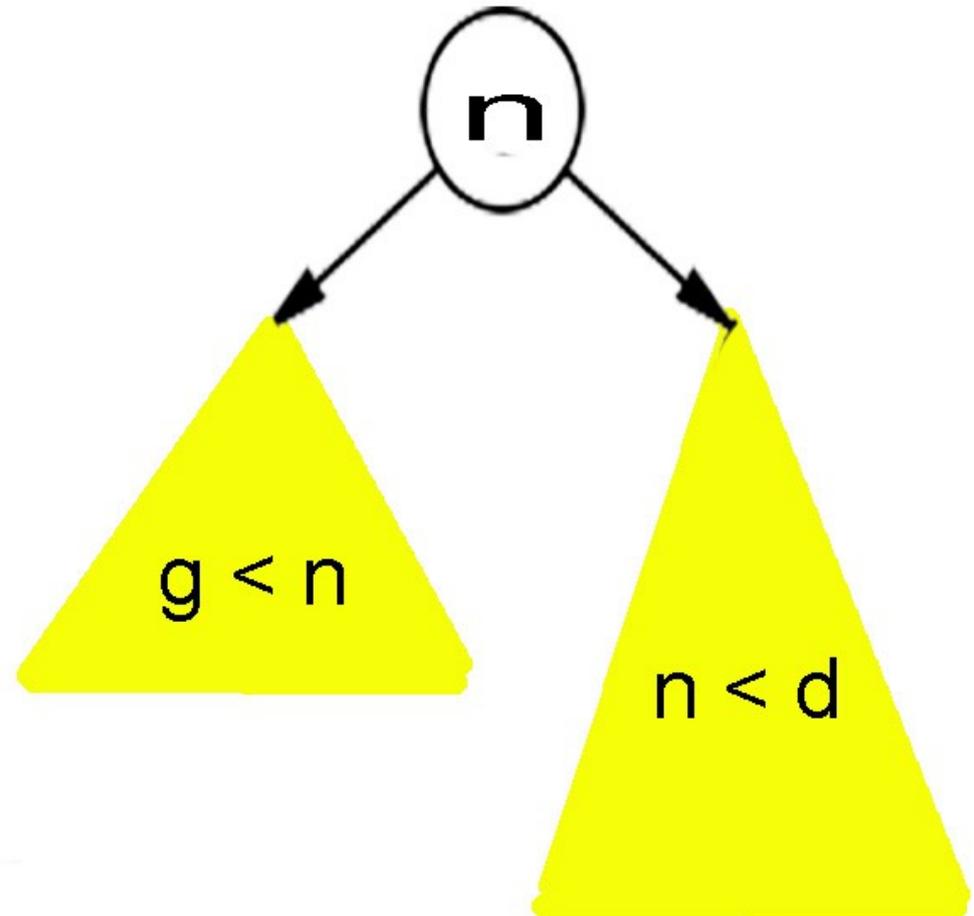
10 appartient à  $E$  ?      réponse en 7 tests



Représentons E par un «arbre binaire de recherche»

Pour tout nœud  $n$  :

- tout nœud  $g$  «à gauche» est inférieur à  $n$
- tout nœud  $d$  «à droite» est supérieur à  $n$

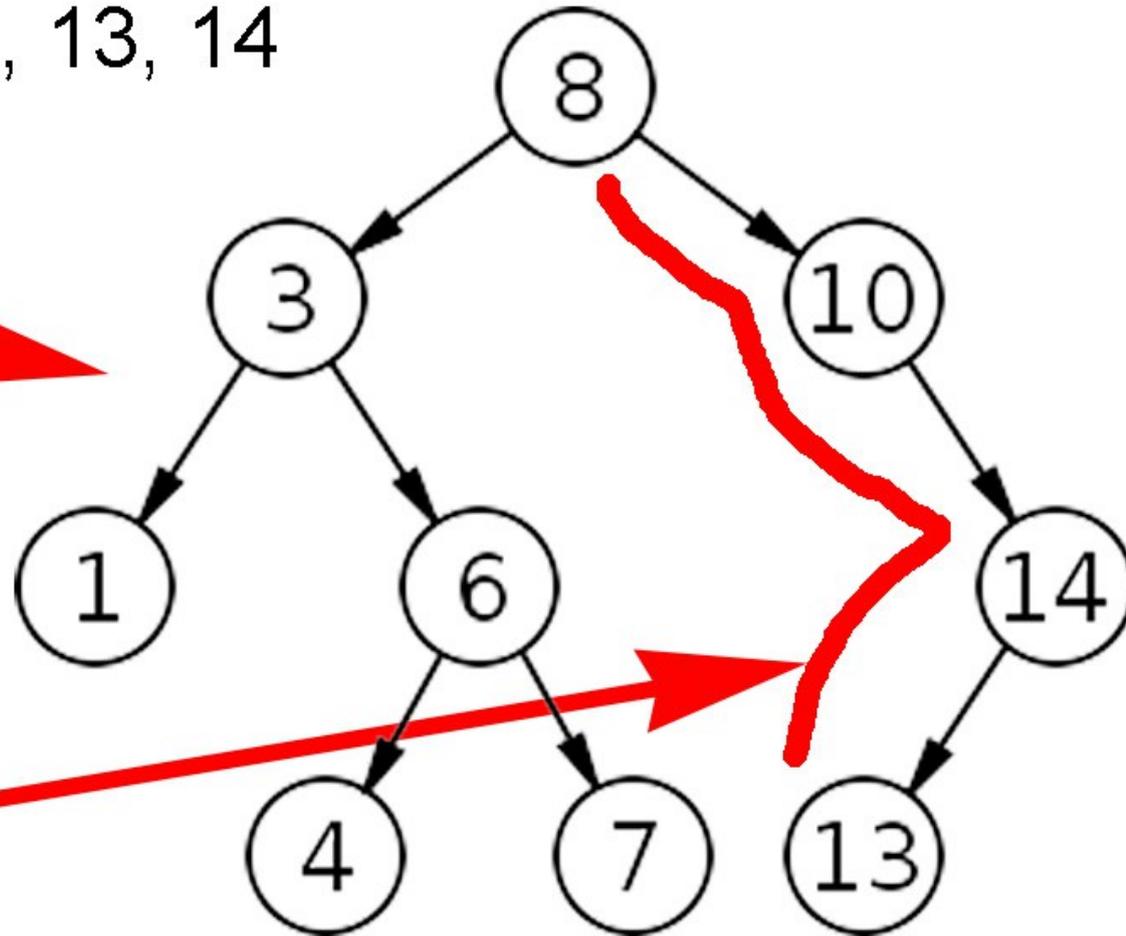




$E = 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 14$

représenté par  
cet arbre binaire

3 appartient à E ?    2 tests  
10 appartient à E ?    2 tests  
13 appartient à E ?    4 tests



nombre de tests = au plus la hauteur de l'arbre



Pour la question :  $x$  n'appartient pas à  $E$  ?

avec  $N$  = nombre d'éléments de  $E$

	Nombre de tests	Un exemple
E en vrac	$N$	1000
E ordonné	En moyenne $N/2$	500
E en arbre binaire de recherche équilibré	$\text{Log}_2(N)$	10



Donald Knuth (79 ans)



The Art of Computer Programming  
1975 -2015, ...



## en guise de conclusion ...

LE MONDE | 18.01.2017 à 10h33 |

### Ces pins qu'on abat à la Villa Medicis



Était-ce le froid mordant qui incitait à économiser ses mots, ou bien la lumière laiteuse qui enserrait Rome ce lundi 16 janvier ? La scène s'est passée dans une ambiance feutrée, chacun échangeant ses impressions lentement, à voix basse, sans pouvoir détacher les yeux d'un spectacle à la fois ordinaire et historique.

La magnifique symétrie sur laquelle s'ouvraient, depuis la loggia, les jardins de la Villa Médicis n'est plus. L'un des deux pins maritimes qui encadraient jusqu'ici le bassin et l'obélisque, couronnant l'un des plus beaux paysages d'une ville qui n'en manque pas, a été abattu pour des raisons de sécurité. A la Villa, on préfère dire « démonté ».



# Questions ?



tous  
les documents  
sont ici :

<http://lesquere.fr/utt>

où l'on peut me joindre par mail

23 janvier 2016



# Questions ?



dans la limite  
du temps  
disponible



mais vous pouvez poursuivre par mail ici :

<http://lesquere.fr/utt>