

Histoire et actualité de l'informatique

Évolution, problèmes, perspectives

Sacha Krakowiak

Université de Grenoble

Séance 1

La préhistoire et les débuts

De l'antiquité aux années 1950

C'est quoi, l'informatique ?

- ❖ Une science

 - Une science de l'artificiel, mais pas seulement

 - Objet : le traitement de *l'information*

 - Notion centrale : *l'algorithme*

- ❖ Une technique et une industrie

 - Matériel

 - Logiciel

- ❖ Des applications

 - Rendre des services ...

 - ... dans un champ croissant de domaines

- ❖ Un impact sociétal

C'est quoi, l'information ?

❖ Un “réducteur d'incertitude”

❖ Je joue à pile ou face

avant de lancer : je ne sais rien

la pièce retombe : j'ai l'information

c'est l'information la plus élémentaire (2 possibilités)

ça s'appelle un *bit* (et plutôt que pile ou face, il est commode de dire 0 ou 1)

❖ Je lance la pièce deux fois ...

j'ai 4 résultats possibles : pile-pile, pile-face, face-pile, face-face

j'ai besoin de 2 bits : 00, 01, 10, 11

Mais en numération binaire (base 2), ça veut dire 0, 1, 2, 3

$0 \times 2 + 0 = 0$; $0 \times 2 + 1 = 1$; $1 \times 2 + 0 = 2$; $1 \times 2 + 1 = 3$

... et on continue : une photo, un DVD, un livre : des centaines de millions de bits !

C'est quoi, un algorithme ?

❖ Un procédé constructif ...

... qui réalise un objectif fixé, en un nombre fini d'étapes

... en combinant des opérations élémentaires connues

❖ Des exemples

les 4 opérations de l'arithmétique

la recherche d'un mot dans un texte

le calcul de la position par un navigateur GPS

une recette de cuisine

Un algorithme doit être
correct : faire ce qu'on
lui demande
efficace : le faire
économiquement
(vite, avec peu de
mémoire, etc.)

❖ Une notion finalement assez simple ?

pas si simple que ça !

la définition précise de ce qu'est un algorithme marque le début
de l'histoire de l'informatique

Quelques précurseurs (1)

Euclide

3-ème siècle av. JC

Un des premiers algorithmes connus
(le calcul du PGCD)



Al-Khwârîsmî

9-ème siècle

Calculs pour l'arpentage et l'astronomie
Premières réflexions sur les algorithmes

Quelques précurseurs (2)

Pascal (1623-1662)

La pascaline (1642)

Addition et soustraction

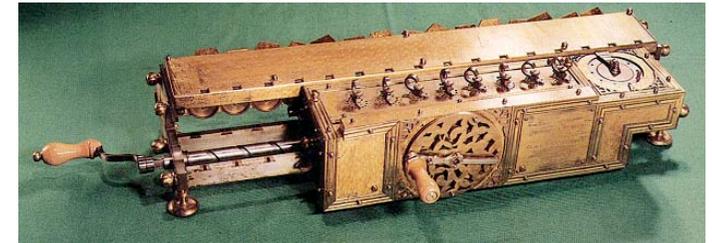
Premier calculateur mécanique



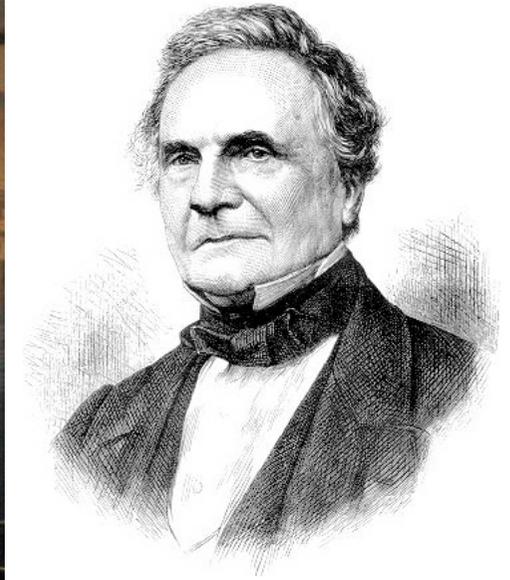
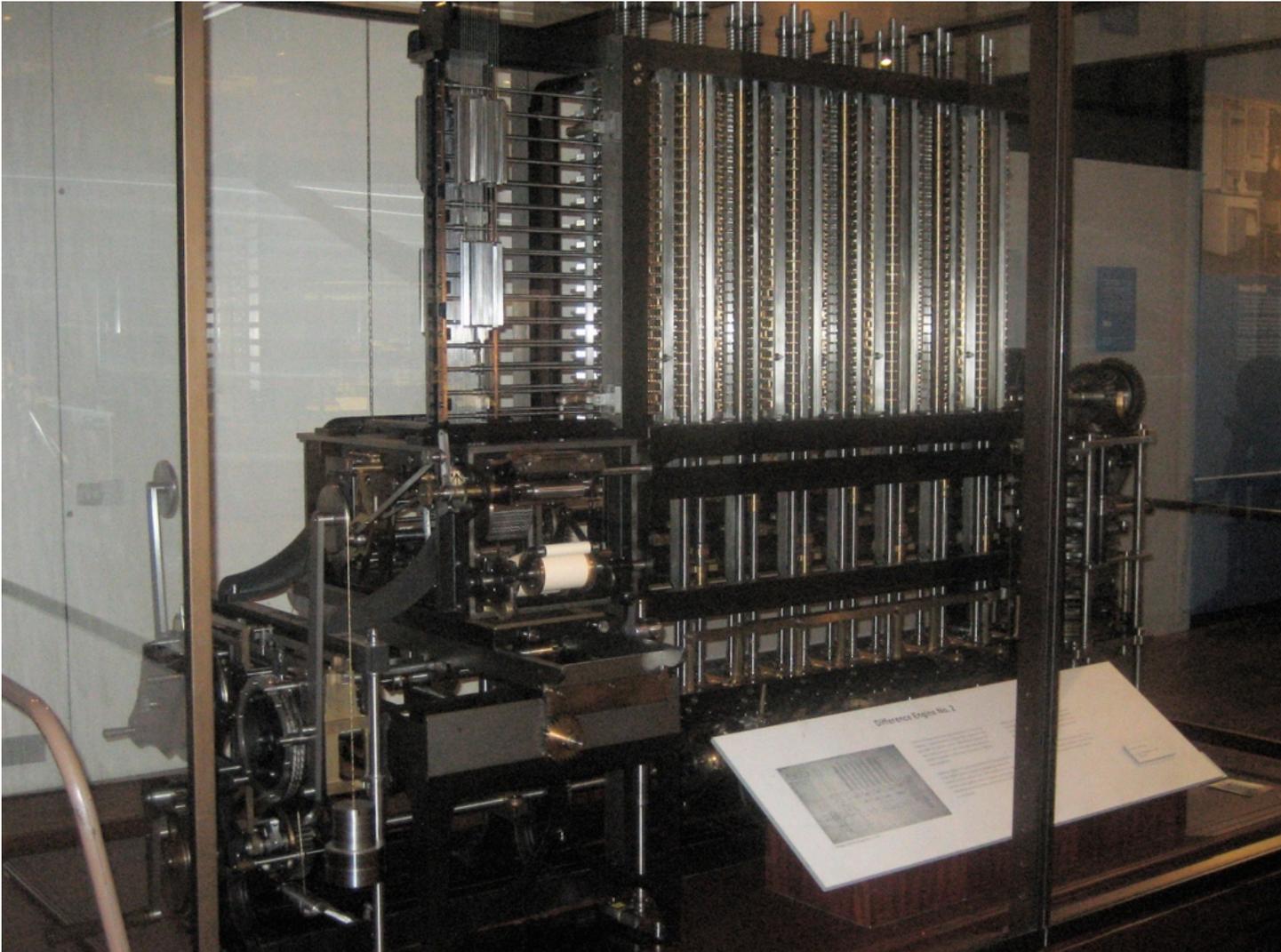
Leibniz (1646-1716)

Améliore la pascaline

Multiplication et division (1673)



Quelques précurseurs (3)



La machine à différences,
selon les plans de Babbage,
Science Museum, Londres,
1989-91

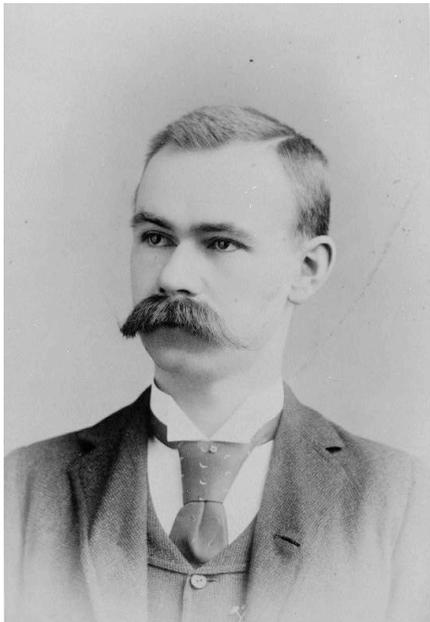
4 000 pièces
2,6 tonnes

Quelques précurseurs (4)

Joseph Marie Jacquard (1752-1834)

La carte perforée comme *programme*
(pour le métier à tisser)

Inspirera Babbage et Hollerith



Herman Hollerith (1860-1929)

La carte perforée comme *donnée*
Premiers traitements non numériques

Triewuses et tabulatrices

L'ancêtre d'IBM (1924)

Les débuts de l'informatique

- ❖ Le début du XX-ème siècle : une époque de remise en question dans les sciences

en physique : la relativité, les quanta, ...

en mathématiques : la «crise des fondements»

en logique : Gödel



Kurt Gödel
(1906-1977)

- ❖ Vers la fin des années 1930, deux courants qui s'ignorent mutuellement

la «calculabilité» et la formalisation des algorithmes (Church, Gödel, Kleene, Turing, ...)

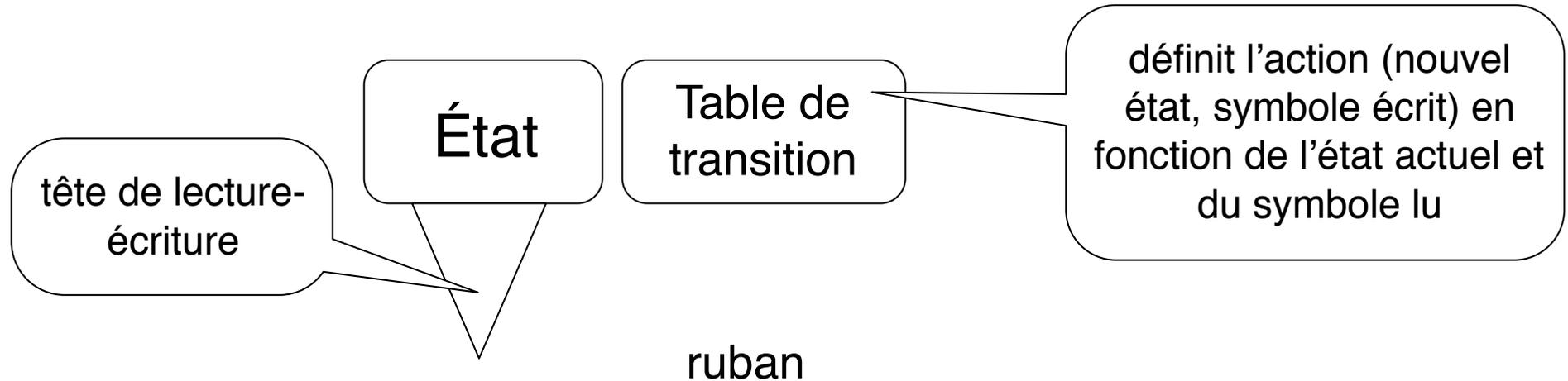
les prototypes des «calculateurs électroniques» (Atanasoff, Zuse, Eckert & Mauchly, ...)

- ❖ Ces courants se rejoindront en 1945
von Neumann

Retour sur les algorithmes

- ❖ Que peut-on «effectivement» calculer ?
- ❖ De nombreuses propositions dans les années 1930
 - les fonctions récursives (Kleene)
 - le lambda-calcul (Church)
 - la machine de Turing
 - ...
- ❖ Tous ces schémas, définis indépendamment, sont équivalents !
 - D'où la thèse de Church-Turing (indémontrable, mais jusqu'ici non contredite) :
 - Un algorithme, c'est ce qui est réalisable par une machine de Turing (ou tout schéma équivalent)

La machine de Turing (1936)



Alan Turing
(1912-1954)



National Portrait Gallery

C'est une machine *abstraite* (elle serait monstrueusement inefficace !)

Il existe une machine *universelle* (capable de simuler n'importe quelle machine)

Il n'y a pas d'algorithme général pour dire si une machine va s'arrêter ou tourner indéfiniment

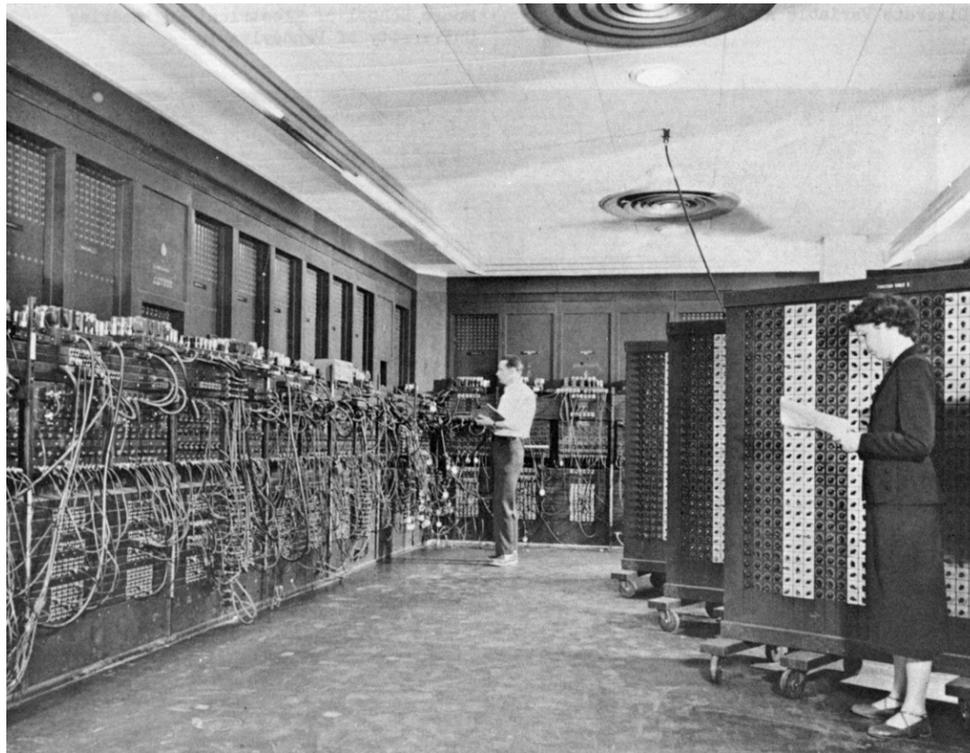
Les premiers calculateurs

- ❖ **Atanasoff-Berry Computer (Iowa State Univ.), 1939**
Spécialisée (systèmes linéaires), non programmable
Machine à tubes, arithmétique binaire, non Turing-complète
- ❖ **Zuse Z3, 1941**
Électro-mécanique (relais), programme sur bande perforée
Arithmétique binaire, Turing-complète
- ❖ **Mark-1 (Harvard-IBM, Aiken), 1944**
Arithmétique décimale, programme sur cartes perforées. Électro-mécanique, non Turing-complète
- ❖ **Colossus (Bletchley Park, Flowers), 1943-44**
Électronique (tubes), binaire. Spécialisée dans le décryptage (cassage du code Lorenz). Non Turing-complète

L'ENIAC

- ❖ Le premier ordinateur entièrement électronique, Univ. de Pennsylvanie (Eckert-Mauchly, 1946)

Arithmétique décimale, programmation par câblage
19 000 tubes, 30 tonnes, 150 kw. Turing-complète



J. Presper Eckert



John W. Mauchly

Le modèle «de von Neumann»

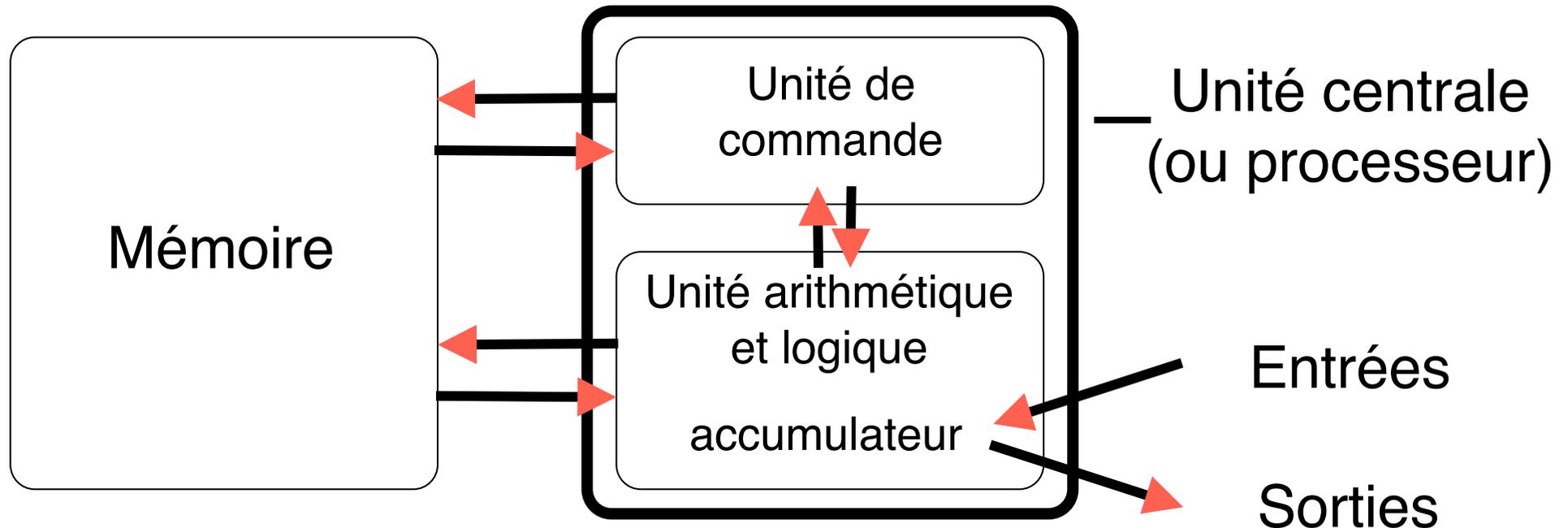
❖ von Neumann (avec Eckert et Mauchly, 1945)

❖ Traits essentiels

Séparation mémoire-unité centrale

Séparation calcul-séquencement

La mémoire contient les données et les instructions



La machine à programme enregistré : principe

- ❖ La machine possède un jeu d'instructions
 - pour faire des calculs (dans l'accumulateur)
 - pour transférer des données entre mémoire et accumulateur
 - pour organiser le déroulement du programme au moyen de branchements (conditionnels)
 - pour communiquer avec l'extérieur (entrées-sorties)
- ❖ Les instructions sont dans la mémoire
 - sous forme codée, selon conventions
- ❖ Écrire un programme ...
 - ... c'est préparer la séquence d'instructions qui va faire le travail demandé
 - travail fastidieux car de très bas niveau (loin du problème posé)
 - peu d'outils au début (sous-programme, réutilisable)

La machine à programme enregistré : développement

❖ Les efforts initiaux

Les «Moore School lectures» (1946), diffusion des idées

À la suite d'ENIAC : EDVAC (1949-1951)

La machine de Princeton IAS (von Neumann, Bigelow)

❖ Les premières réalisations

Mark-1, Université de Manchester (Williams, Kilburn, 1949)

EDSAC, Université de Cambridge (Wilkes, 1949)

❖ Les ordinateurs commerciaux

Ferranti Mark-1 (issu de Manchester Mark-1), février 1951

Remington-Rand UNIVAC (Eckert-Mauchly), mai 1951

La série IBM

IBM 701, 1952

IBM 650, 1953, mémoire à tambour magnétique

IBM 704, 1955, virgule flottante, première mémoire à tores de ferrite

En France 1952 : Bull Gamma 3 (tableau de connexion)
1954 : SEA CUBA ; 1955 : Bull Gamma ET

Où en est-on au début des années 50 ?

❖ Les avancées

Turing (et les autres) : définition et limites de l'algorithme, la machine universelle

von Neumann (et les autres): le modèle de base, toujours valable
les premiers ordinateurs commerciaux

❖ Les limites

une «technologie» déficiente : les tubes (peu fiables) ; les mémoires à lignes à retard (complexes, réglage délicat)

une programmation à très bas niveau, sans outils conceptuels, fastidieuse et sujette aux erreurs

un champ restreint d'applications

l'informatique est encore (pour longtemps) une affaire de professionnels

Pour aller plus loin

- ❖ Un site de diffusion de la culture informatique

Interstices (INRIA, CNRS, universités) : <http://interstices.info/>

- ❖ Un cours en ligne : Gérard Berry, Collège de France

<http://www.college-de-france.fr/site/gerard-berry/course-2007-2008.htm>

- ❖ Une biographie

Andrew Hodges. *Alan Turing, ou l'énigme de l'intelligence*, Payot, 1988

- ❖ Un livre d'histoire

Pierre-Éric Mounier-Kuhn. *L'informatique en France de la seconde guerre mondiale au Plan Calcul*, Presses de l'université Paris-Sorbonne, 2010

- ❖ L'association Aconit (<http://www.aconit.org>)

Les transparents de ce cycle sont accessibles sur le site :

<http://sardes.inrialpes.fr/~krakowia/fr-index.html>