DÉCOUVERTE FONDAMENTALE, INVENTION TECHNIQUE, INNOVATION TECHNOLOGIQUE :

LE CHEMINEMENT DE L'INNOVATION

COLLÈGE DE FRANCE
1530

Chaire Innovation technologique Liliane Bettencourt

UN EXEMPLE: LE SMARTPHONE. CHERCHER UN RESTAURANT AVEC SON TÉLÉPHONE

> 15 prix Nobel ont contribué à des découvertes nécessaires pour son fonctionnement

DÉCOUVERTES

Relativité, mécanique quantique, télégraphie sans fil, transistor, stockage électrochimique, technologies de l'information, magnétorésistance géante, communication fibres optiques, capteurs CDD, cristaux liquides, diodes bleues…

INVENTIONS

Electronique, informatique, réseaux de communication, disques durs, GPS, Batteries Li-ions …

INNOVATIONS

Téléphone, ordinateur, Internet :
ont convergé pour donner le smartphone …

DÉFINITIONS DES THÉMATIQUES – CHEMINEMENT DE L'INNOVATION

DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES - Recherches fondamentales

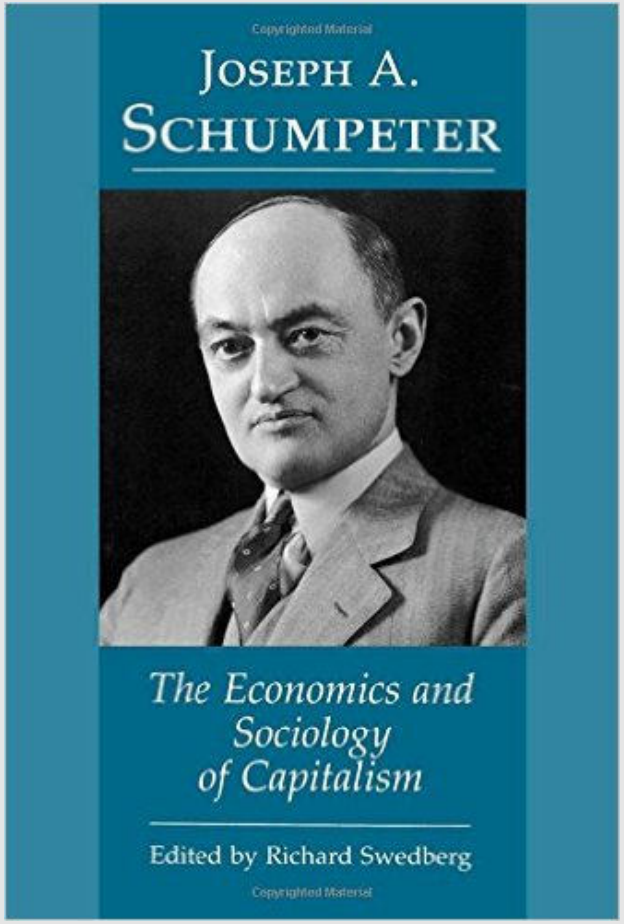
INVENTIONS

TECHNIQUES – Dispositif nouveau qui fonctionne

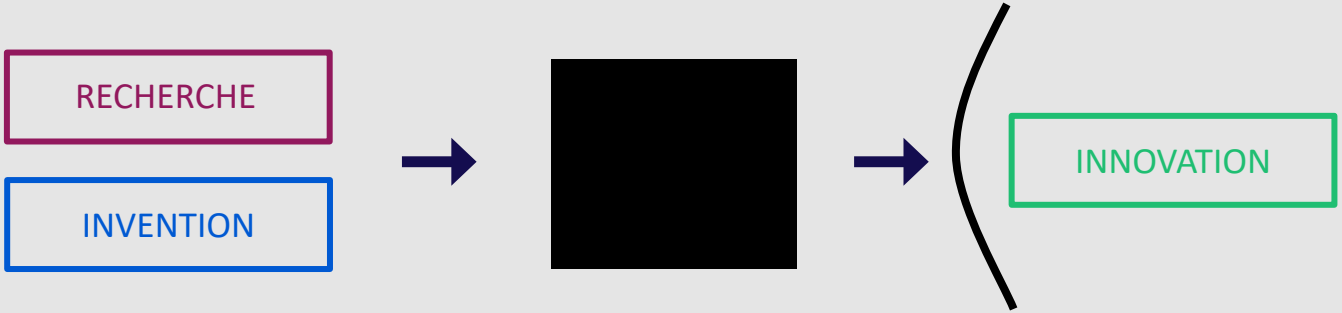
INNOVATIONS

TECHNOLOGIQUES – Diffusion dans le Public

INNOVATION ET ÉCONOMIE



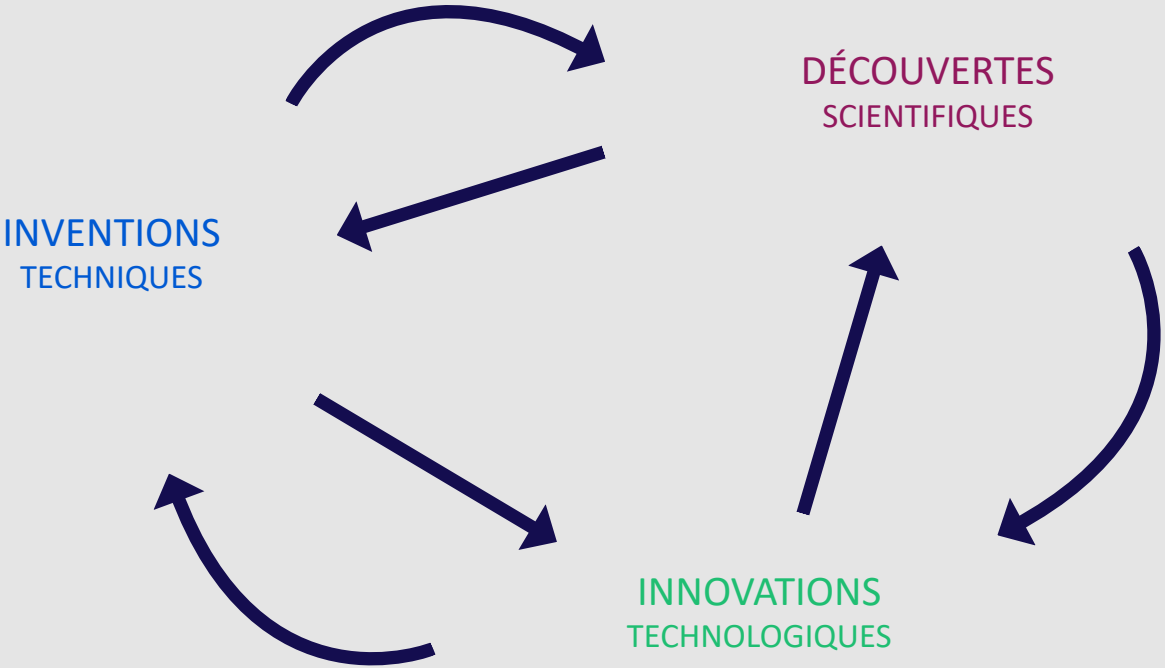
MODÈLE ÉCOMIQUE DE LA BOITE NOIRE



MODÈLE ÉCOMIQUE LINÉAIRE ET HIÉRARCHIQUE

UN CHEMINEMENT LINÉAIRE ?

UN CHEMINEMENT FOISONNANT



AGENDA DES COURS

24 Mars, 31 Mars
LA SAGA DU NUMÉRIQUE

21 Avril
L'ÉNERGIE SOLAIRE : L'ÉNERGIE DU FUTUR ?

28 Avril
L'HABITAT DU FUTUR

5 Mai, 12 Mai
LA SAGA DU VERRE : UN MATÉRIAU TOUJOURS INNOVANT

19 Mai
CONCLUSIONS : DÉCOUVREURS, INVENTEURS, INNOVATEURS

SOMMAIRE

1.

CHEMINEMENT DE L'INNOVATION,
LA GRANDE HISTOIRE DU DIGITAL

2.

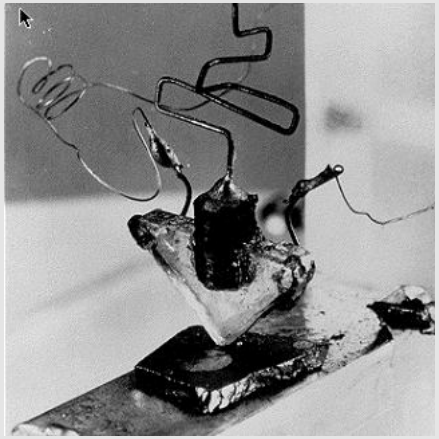
CHEMINEMENT DE L'INNOVATION,
LA PETITE HISTOIRE D'UN CHERCHEUR ORDINAIRE

1.

CHEMINEMENT DE L'INNOVATION, LA GRANDE HISTOIRE DU NUMÉRIQUE

DE LA MACHINE À CALCULER AU DIGITAL ...

La Machine à calcul



Le Transistor

Le Numérique

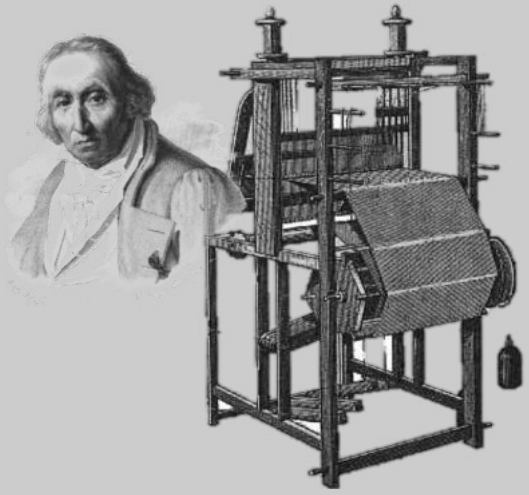
L’aide au calcul

De la Machine à Calcul au Transistor

CONVERGENCE ENTRE INVENTION ET INNOVATION : LES DÉBUTS DE L'ORDINATEUR

1642

+



1801

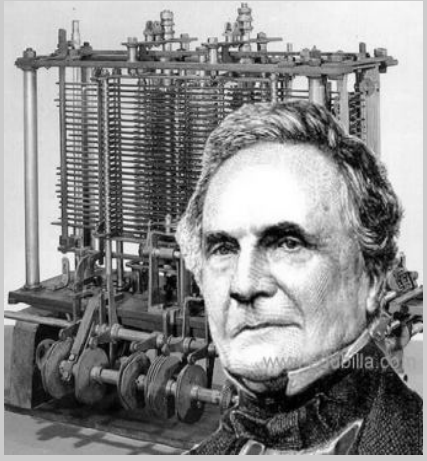
INVENTION DE LA MACHINE À CALCUL

Blaise PASCAL
Répond à un besoin.

INNOVATION : LE MÉTIER JACQUARD

Joseph Marie JACQUARD
Machine programmable

CONVERGENCE ENTRE INVENTION ET DÉCOUVERTE : LES DÉBUTS DE L'ORDINATEUR



1834

+

1842

INVENTION
CALCUL NUMÉRIQUE,
ANALYTIQUE

Charles BABBAGE

DÉCOUVERTE : INTUITION
DE LA PROGRAMMATION

Ada LOVELACE
Algorithme, notations symboliques

ADA LOVELACE, LA NOTE G, LE PREMIER « PROGRAMME » DE CALCUL - 1843

DIAGRAM BELONGING TO NOTE D

Number of Operations	Nature of Operations	Variables for Data						Working Variables								
		$^1V_0$	$^1V_1$	$^1V_2$	$^1V_3$	$^1V_4$	$^1V_5$	$^0V_6$	$^0V_7$	$^0V_8$	$^0V_9$	$^0V_{10}$	$^0V_{11}$	$^0V_{12}$	$^0V_{13}$	
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		m	n	d	m'	n'	d'									$\frac{d'm-dm'}{m'-m'n} = y$
1	×	m	.....	.....	.....	n'	.....	mn'								
2	×	.....	n	.....	m'	.....	.....	.....	$m'n$							
3	×	.....	.....	d	.....	.....	.....	.....	.....	dn'						
4	×	.....	0	.....	.....	.....	d'	.....	.....	.....	$d'n$					
5	×	0	.....	.....	.....	.....	0	.....	.....	.....	.....	$d'm$				
6	×	.....	.....	0	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	dm'			
7	−	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0	0	.....	.....	.....	.....	$(mn' -$		
8	−	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0	0	.....	.....	...		
9	−	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0	0	...		
10	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	$(mn' -$		
11	+	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....			

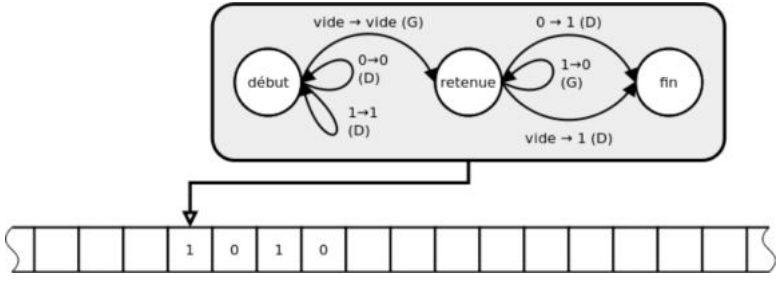
À L’ORIGINE D’UNE SCIENCE NOUVELLE : L ’INFORMATIQUE

UNE DÉCOUVERTE : LA MACHINE DE TURING

1936

DÉCOUVERTE : LA MACHINE DE TURING

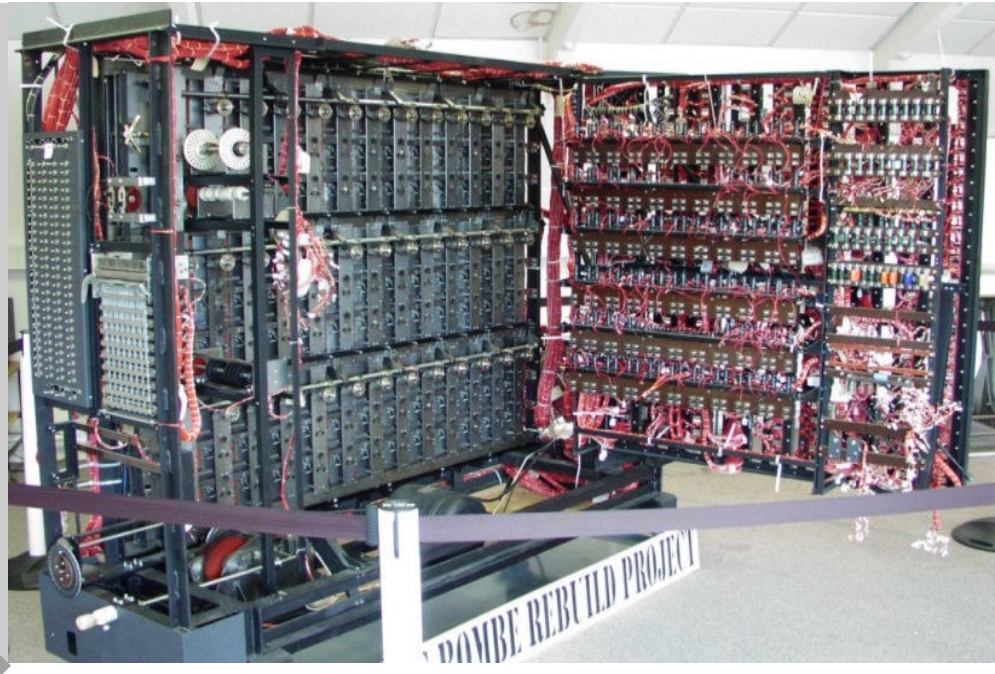
Alan TURING



Une expérience de pensée
la MACHINE DE TURING,
Concepts de programmation,
principe de l'ordinateur.

UNE DÉCOUVERTE : LA MACHINE DE TURING, SUIVI D'UNE INVENTION: LA BOMBE.

1941



INVENTION : LA BOMBE

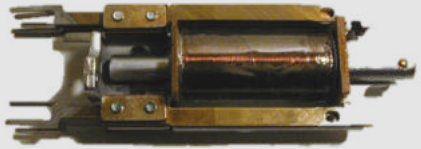
Alan TURING

DE LA MÉCANIQUE À L'ÉLECTRONIQUE, LES MACHINES & LES HOMMES

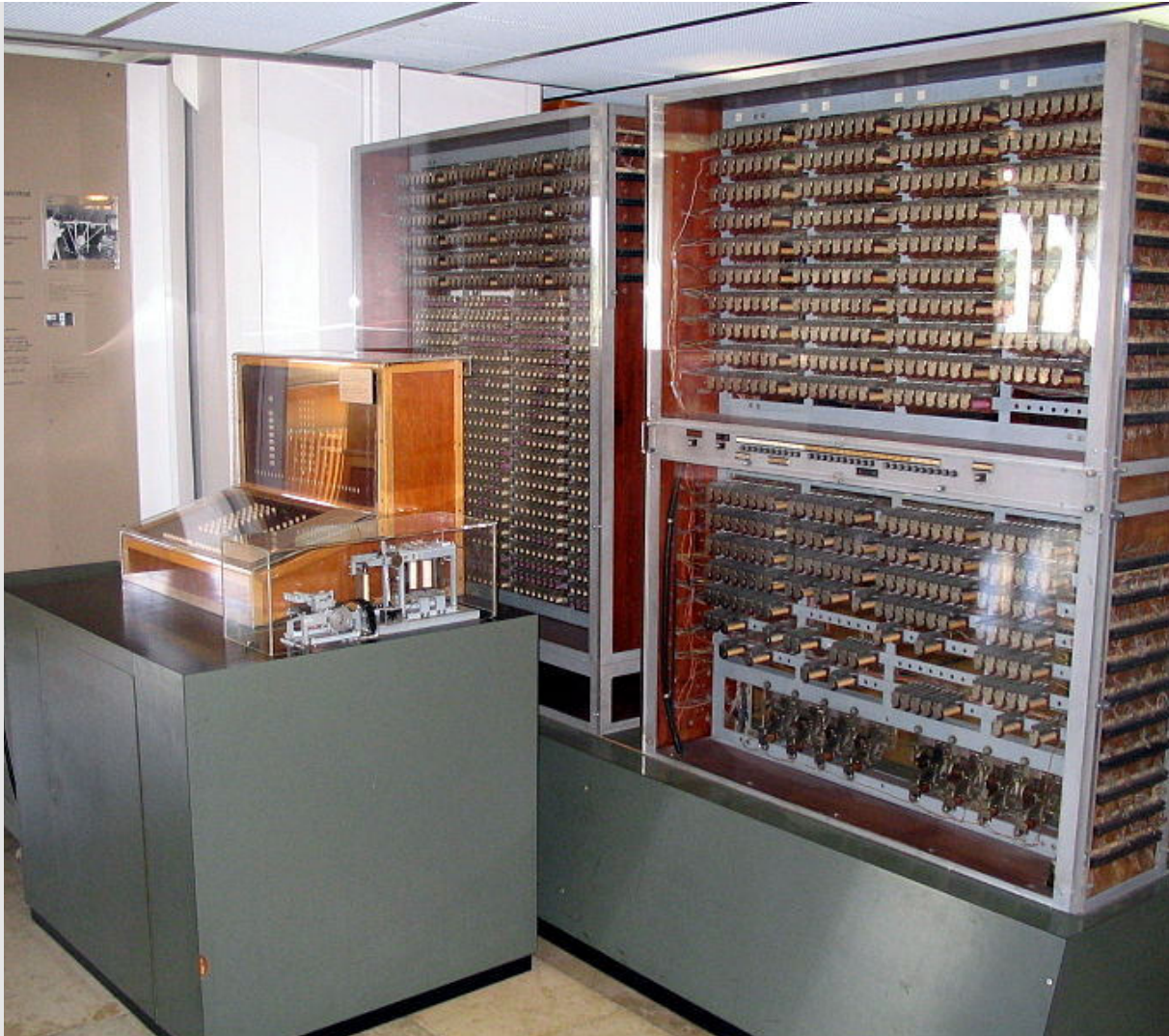
UNE MACHINE ÉLECTROMÉCANIQUE DES ANNÉES 40

Z3 – ZUSE - INVENTION

1941 - ALLEMAGNE

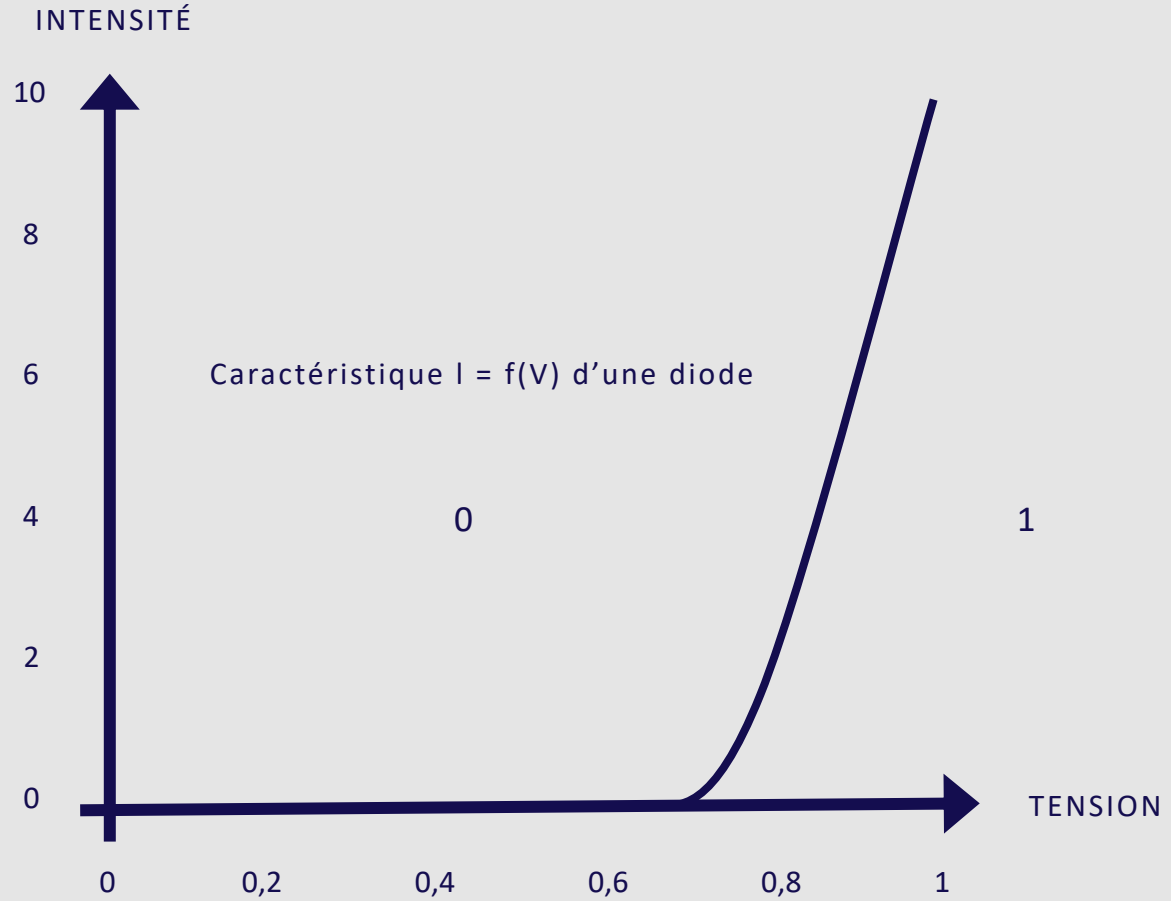


0 / 1



LA FONCTION D'UNE LAMPE À VIDE (TRIODE)

0 / 1



LES MACHINES ÉLECTRONIQUES DES ANNÉES 40 ET LES DÉBUTS DE L'ÉLECTRONIQUE.

ENIAC
(Electronic Numerical Integrator Analyser and Computer)

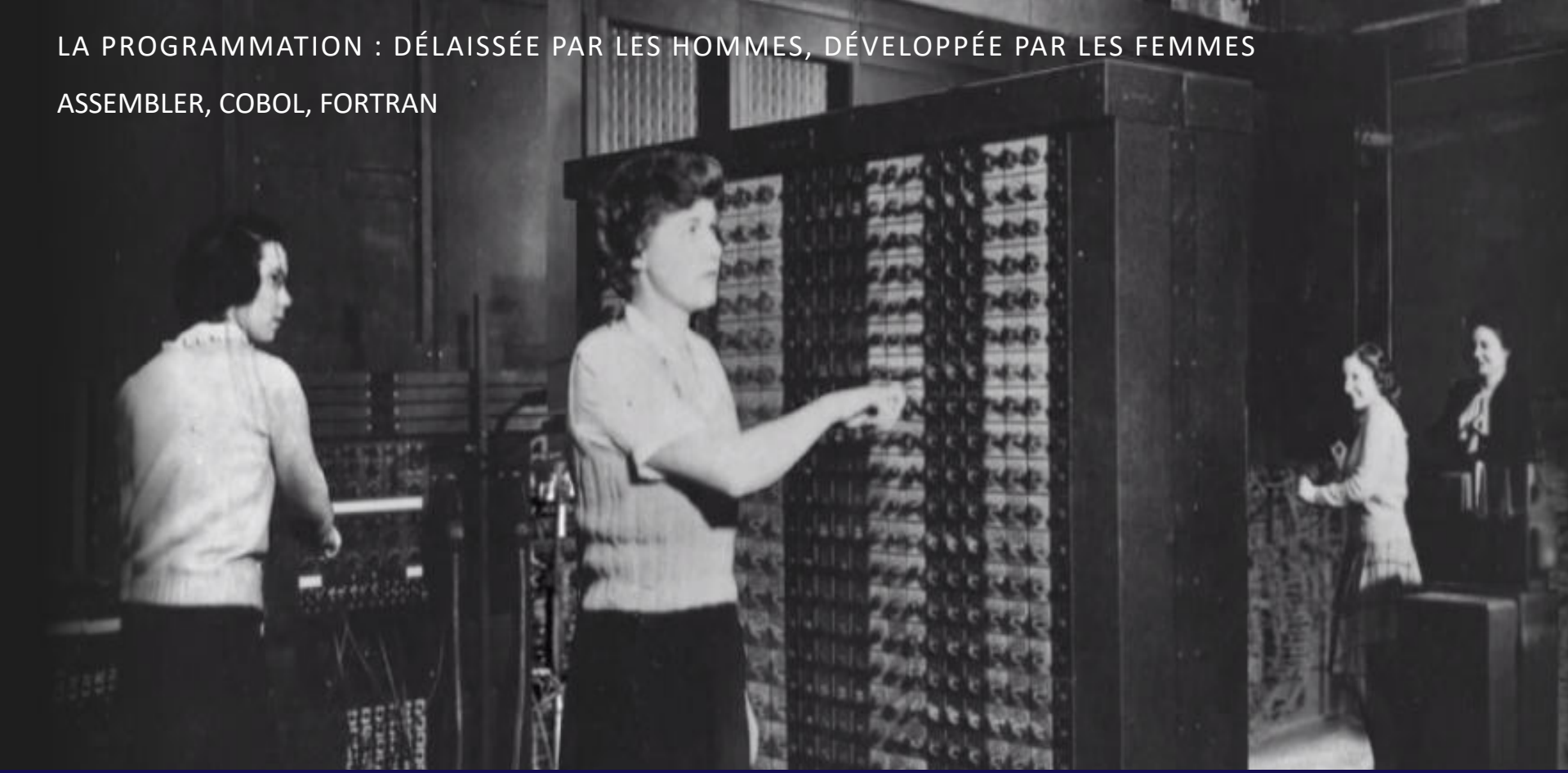
INVENTION
1946 - USA

LES LAMPES À VIDE
REMPLACENT LA MÉCANIQUE :
+ RAPIDES + SÛRES

DÉVELOPPER UN LANGAGE : INVENTION DE LA PROGRAMMATION PAR LES FEMMES

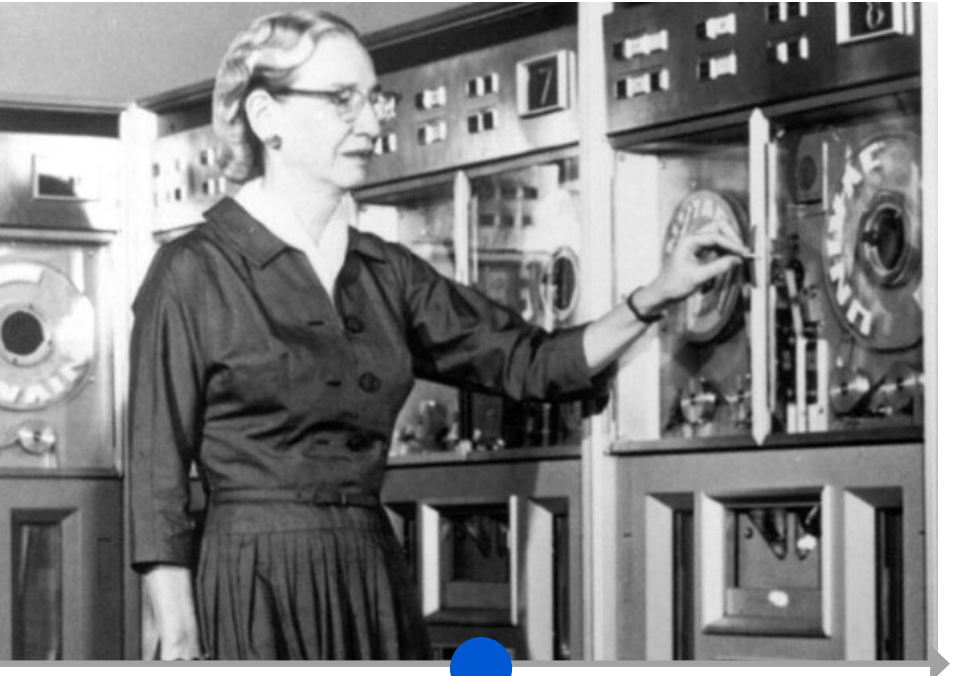
LA PROGRAMMATION : DÉLAISSÉE PAR LES HOMMES, DÉVELOPPÉE PAR LES FEMMES

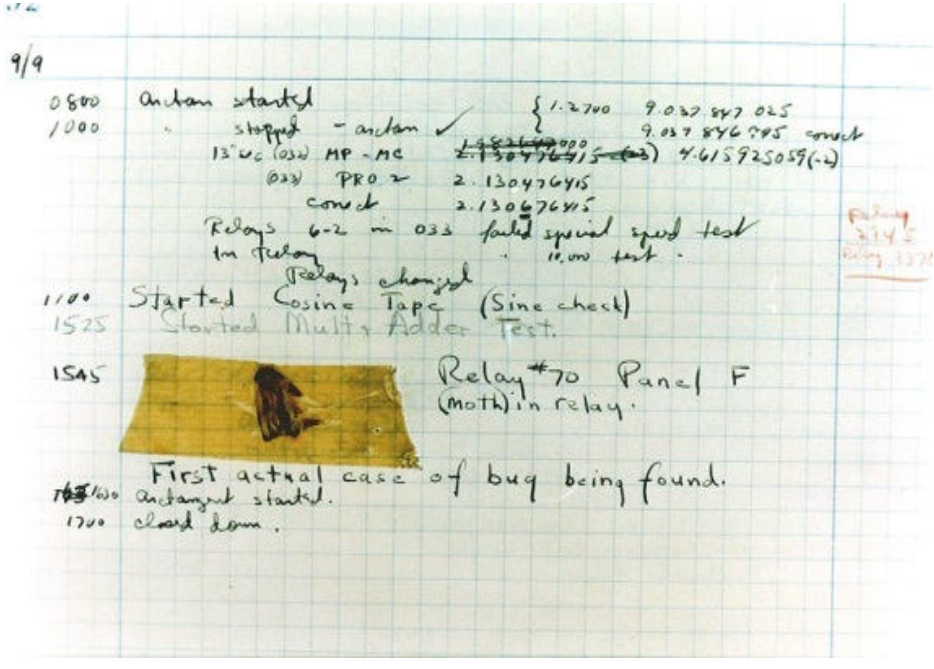
ASSEMBLER, COBOL, FORTRAN



We were sure this machine could do anything we wanted it to do.
We were very coky about that.

Marylin WESCOFF MELTZER, ENIAC PROGRAMMER





INVENTION:
Le 1er Compilateur

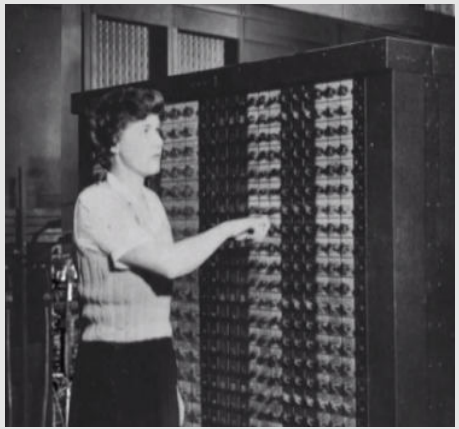
Grace HOPPER

Le 1er BUG

LE CHAÎNON MANQUANT
ENTRE LES MACHINES À CALCULER
ET LES ORDINATEURS MODERNES...

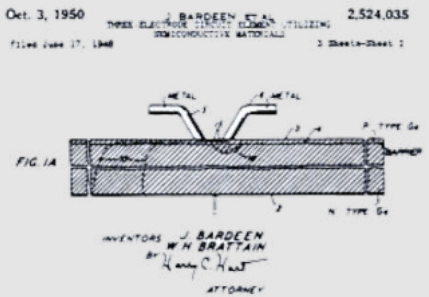
OBJETS / TECHNIQUES

LANGAGE / CONCEPT

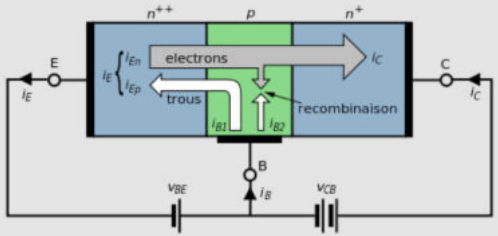


+

EFFET TRANSISTOR

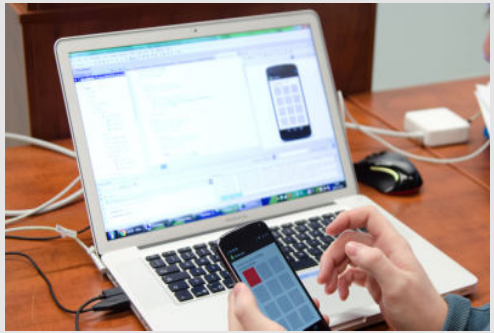


TRANSISTOR

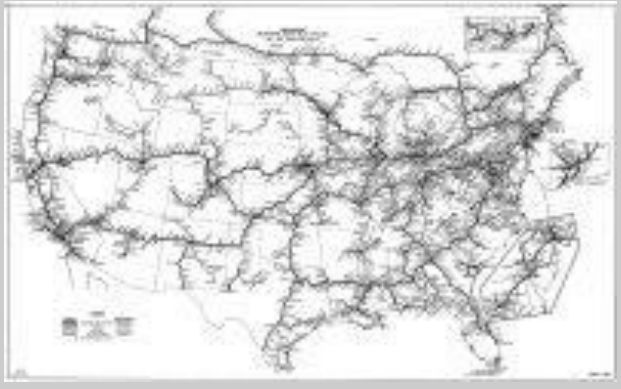


=

INFORMATIQUE MODERNE



LA DÉCOUVERTE DE L'EFFET TRANSISTOR



Fin des années 30

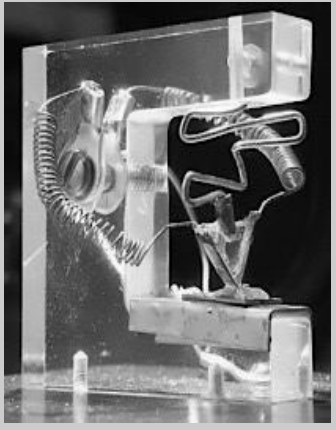
INNOVATION

AT&T déploie le téléphone,
Le tube à vide montre ses limites

1935

BELL LABS (Mervin KELLY) embauche des scientifiques pour travailler sur des composés solides.

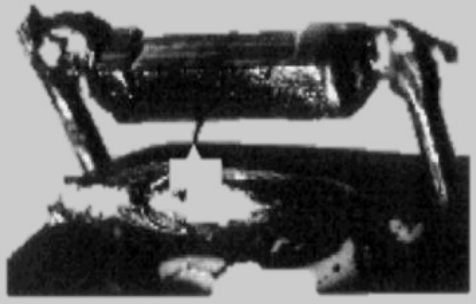
LA DÉCOUVERTE DE L'EFFET TRANSISTOR



1947

DÉCOUVERTE DE
L'EFFET TRANSISTOR
AVEC 2 POINTES SUR UN
SEMI-CONDUCTEUR

Par Walter BRATTAIN
et John BARDEEN
(Prix Nobel 1956)



1949

INVENTION
DU TRANSISTOR
À JONCTION

Par William SHOCKLEY
(prix Nobel 1956)

L’EFFET TRANSISTOR,
UNE DÉCOUVERTE PAR HASARD ?

https://www.youtube.com/watch?v=LWGVuoisDbI

INTERVIEW DE WILLIAM SHOCKLEY, 1969

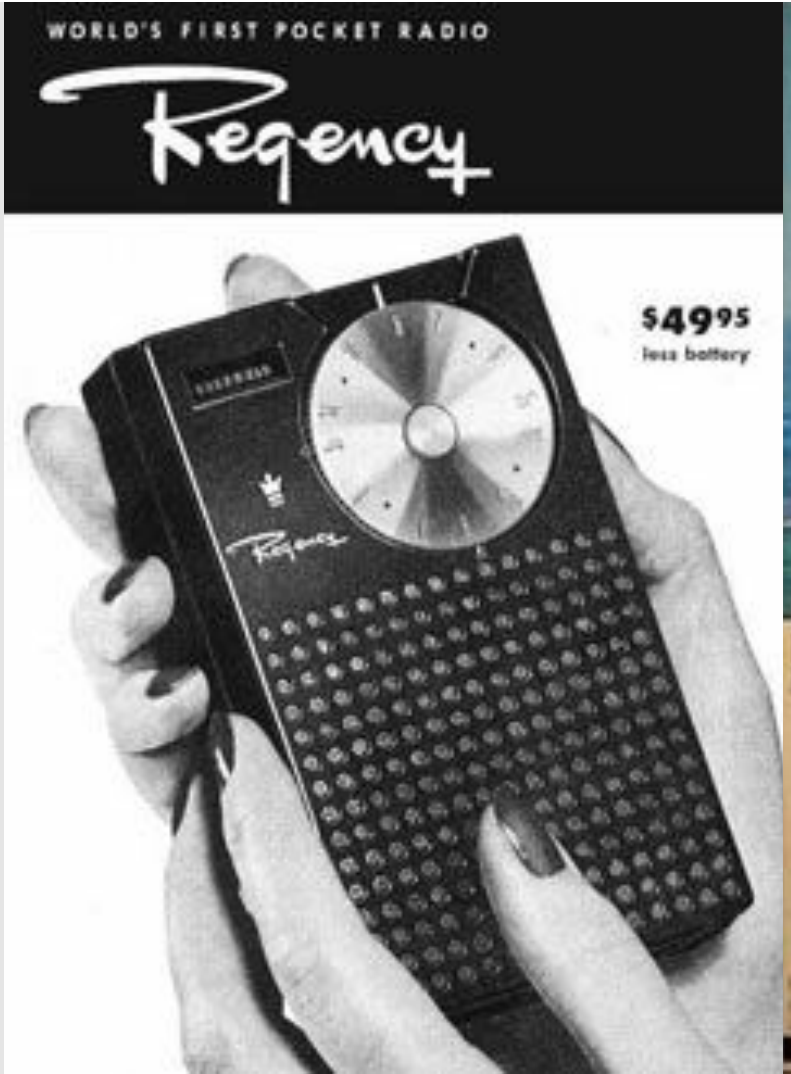
https://www.youtube.com/watch?v=LWGVuoisDbI

LES TRANSISTORS REMPLACENT LES LAMPES DANS LES RADIOS

RADIO À LAMPES À VIDE

RADIO À TRANSISTORS

DU TRANSISTOR ... AUX TRANSISTORS



L'EFFET TRANSISTOR, À L'ORIGINE DU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRONIQUE

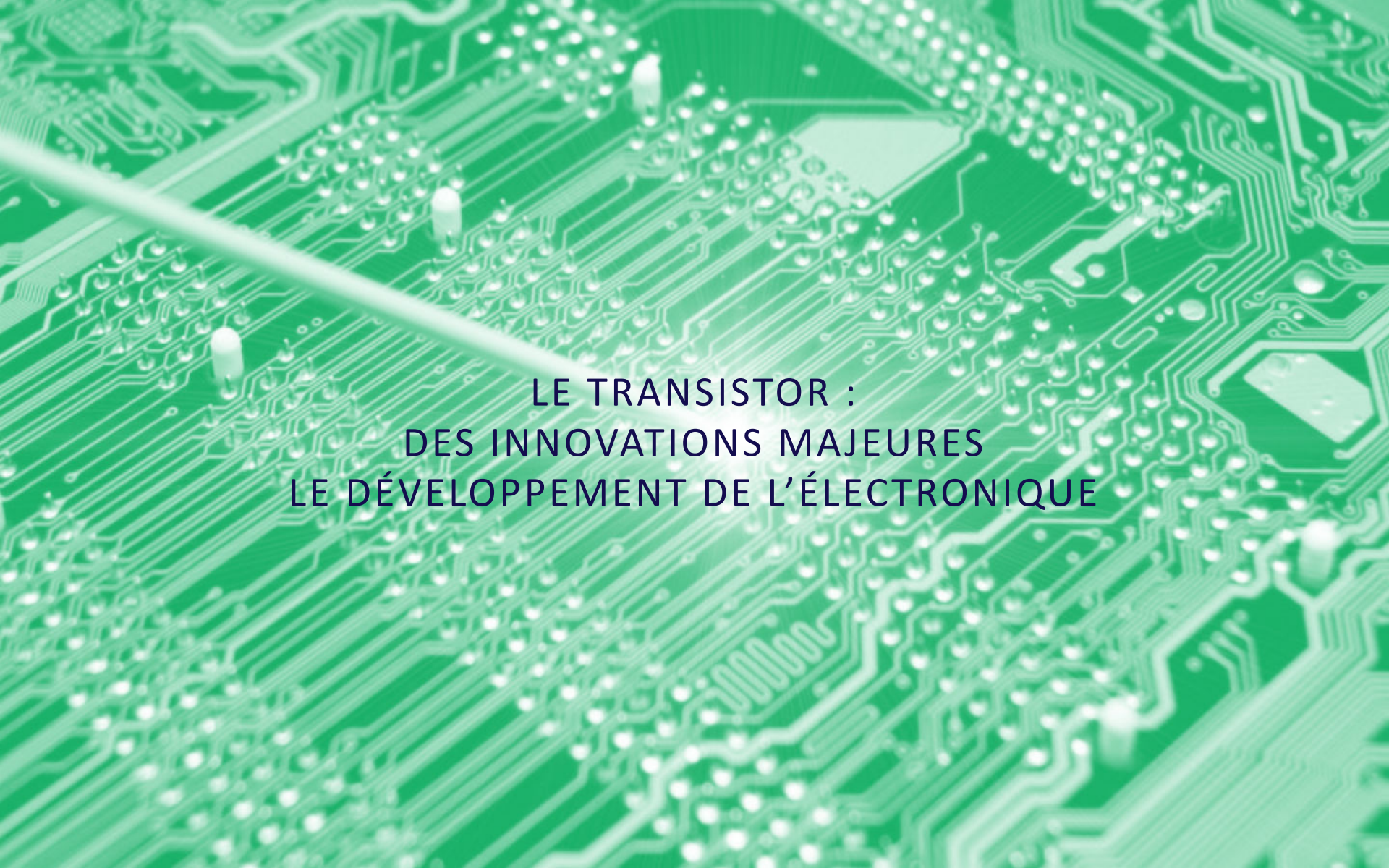
Réseau téléphonique
en développement:

Un Besoin d'INNOVATION

UNE DÉCOUVERTE + **UNE INVENTION**

L'effet transistor — Le transistor

DES INNOVATIONS :
s'appuyant sur l'électronique



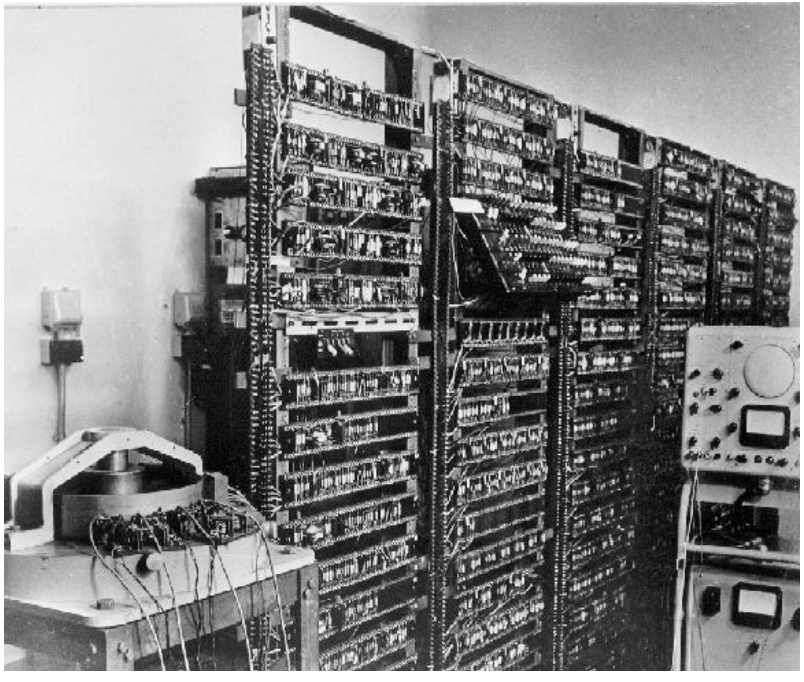
LE TRANSISTOR : DES INNOVATIONS MAJEURES LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRONIQUE

De l’ordinateur au digital

Une histoire de convergences

L’ÉVOLUTION DE L’INFORMATIQUE : DE L’ORDINATEUR INDIVIDUEL AU SMARTPHONE, DESIGN ET INNOVATION

Les premiers ordinateurs utilisant des transistors



University of Manchester
1953

IBM 650
1954

Les premiers ordinateurs personnels

Le premier PC: Apple II

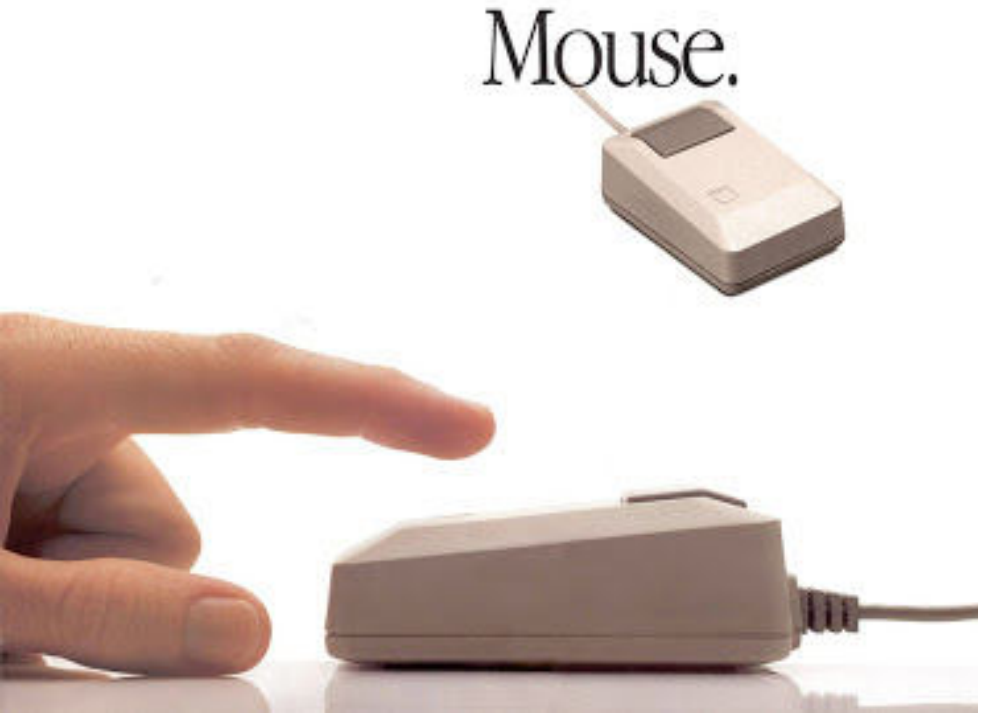
1977

XEROX VS Macintosh ... L'ordinateur personnel « sympathique et accessible »

XEROX Star
1981

VS

Macintosh
1984



3 palettes affichent les outils disponibles, l'épaisseur des traits et les motifs.

L'outil que vous avez choisi est un crayon. Vous pouvez choisir tous les outils à gauche de l'écran.

Vous n'êtes pas limité à la zone de travail que vous voyez sur cette image. Vous pouvez la faire défiler de haut en bas ou de gauche à droite et vice versa.

Pointez, cliquez.

Pour informer Macintosh de ce que vous voulez faire, il suffit de pointer avec la flèche pilotée par la souris, puis de cliquer sur la souris.

Vous déplacez la flèche sur l'écran en déplaçant la souris sur votre bureau.

Lorsque la flèche se trouve sur l'élément que vous voulez utiliser, cliquez une fois et vous l'aurez sélectionné.

Dans cet exemple, vous utilisez un crayon choisi parmi les outils indispensables.

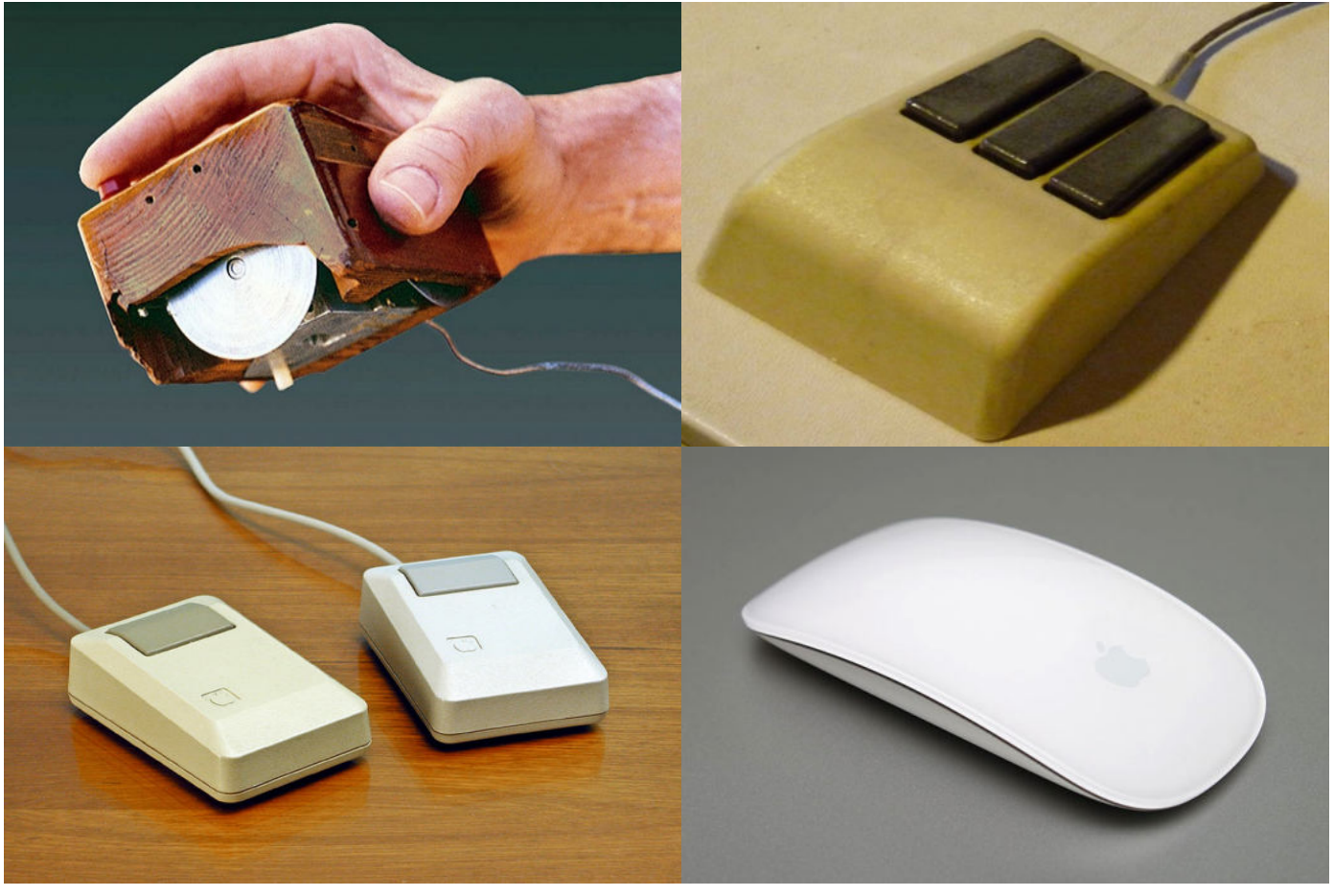
Quand vous déplacez la souris, il se déplace.

Quand vous cliquez, il dessine.

L'ÉVOLUTION DES ORDINATEURS, DESIGN ET INNOVATION

Évolution du design: une amélioration de l'usage

La souris: vers une évidence d'utilisation intuitive

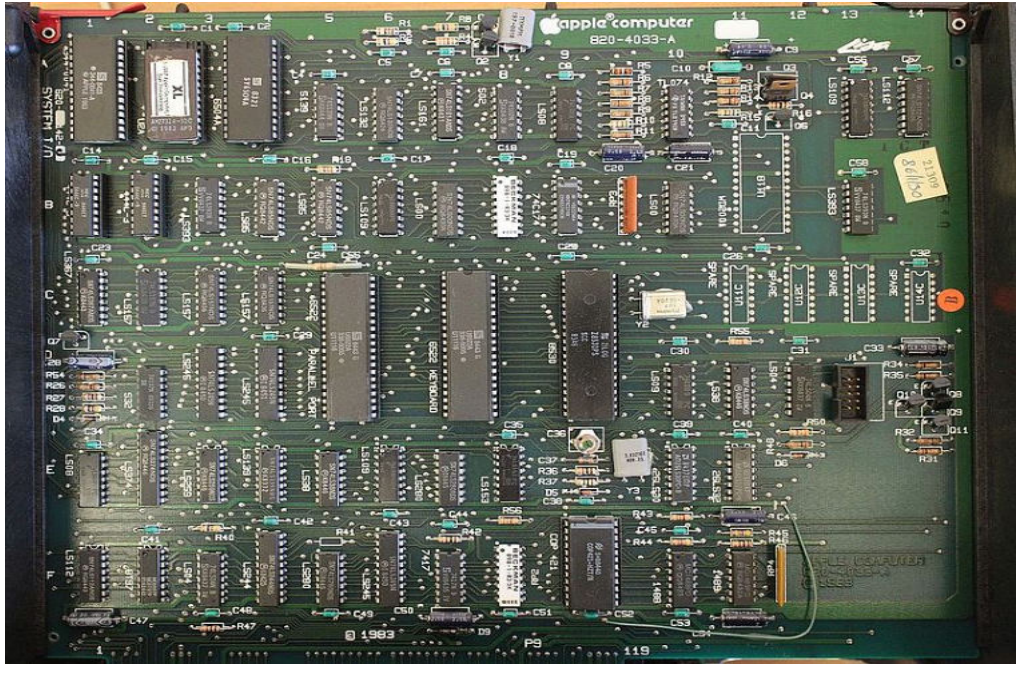


Un objet domestique attrayant

Un objet transportable, pratique

L'ÉVOLUTION DES ORDINATEURS, DESIGN ET INNOVATION

La beauté cachée, la clarté de l'organisation



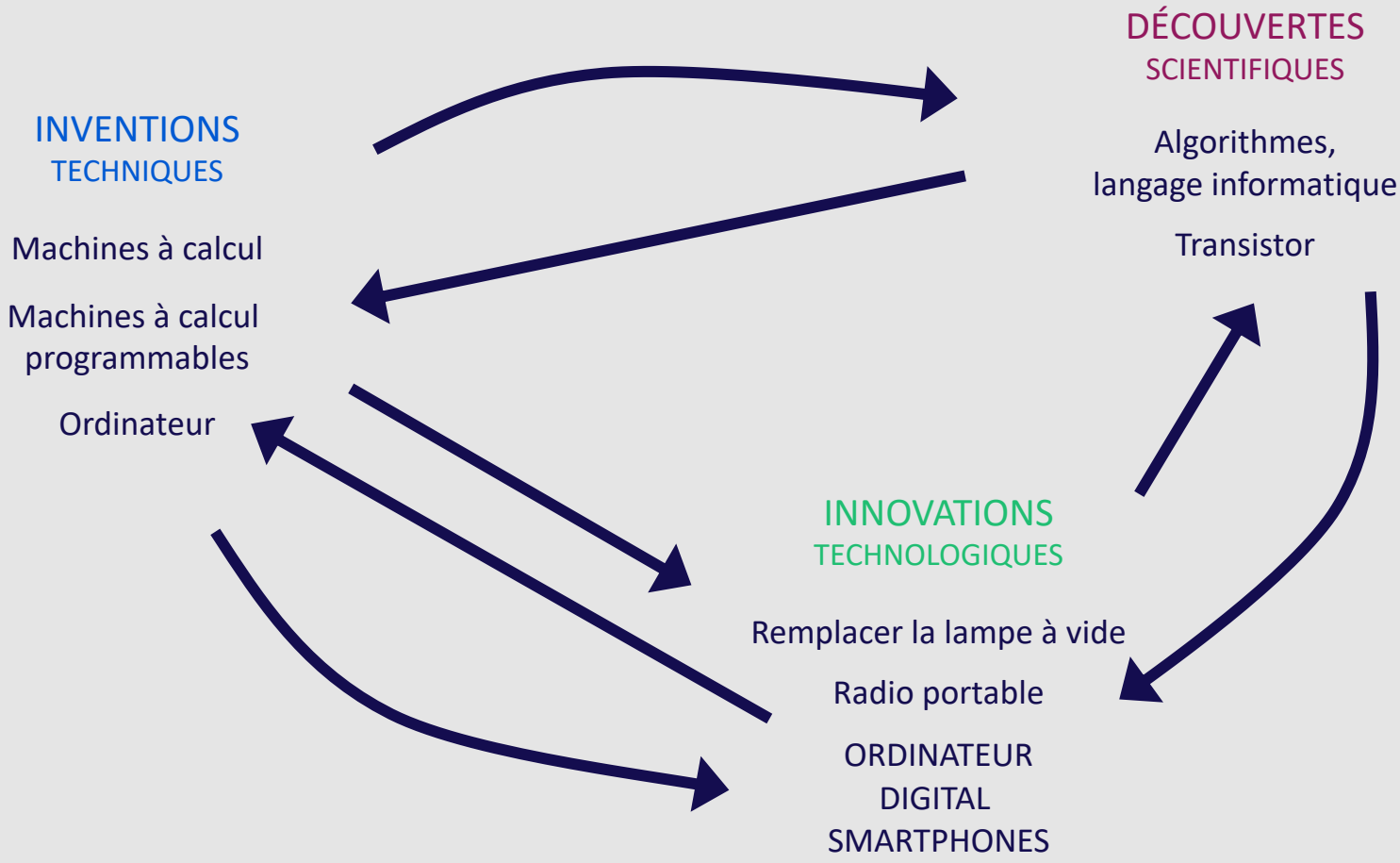
L'ÉVOLUTION DES ORDINATEURS, DESIGN ET INNOVATION

Le smartphone, convergence dans un objet : téléphone, internet, ordinateur…

Les bons artistes copient, les grands artistes volent

PICASSO

DU BESOIN D'INNOVATION AUX DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES - RÉSUMÉ



2.

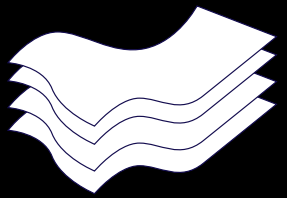
CHEMINEMENT DE L'INNOVATION, LA PETITE HISTOIRE D'UN CHERCHEUR ORDINAIRE

Exemple 2

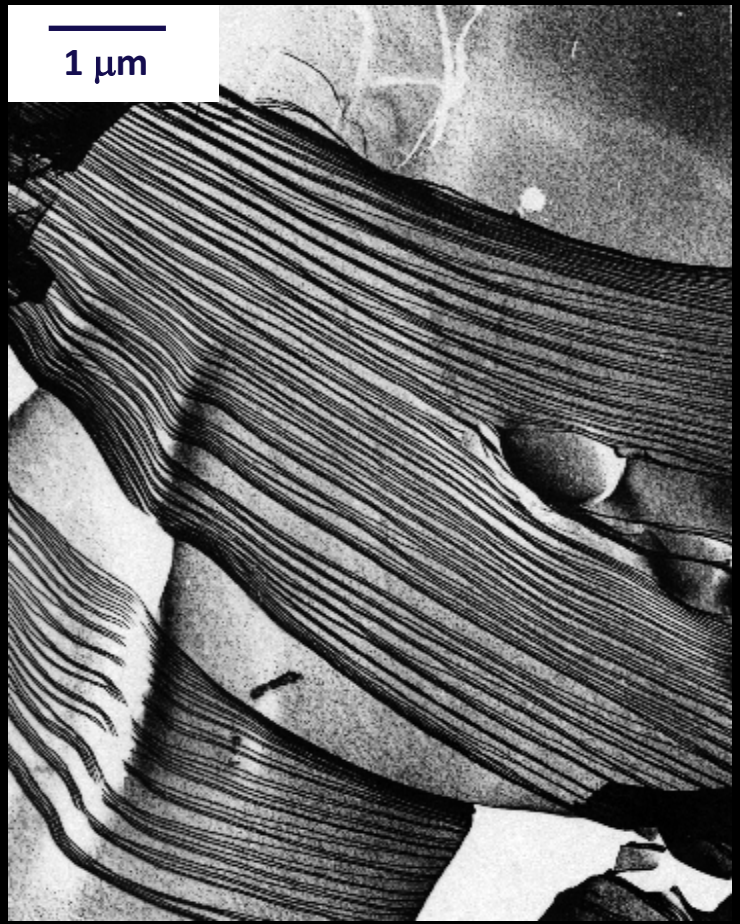
De l’écoulement des phases lamellaires à la micro-encapsulation

COMMENT SE COMPORTE UNE PHASE LAMELLAIRE QUI COULE ? RETOUR À LA RECHERCHE FONDAMENTALE.

LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE

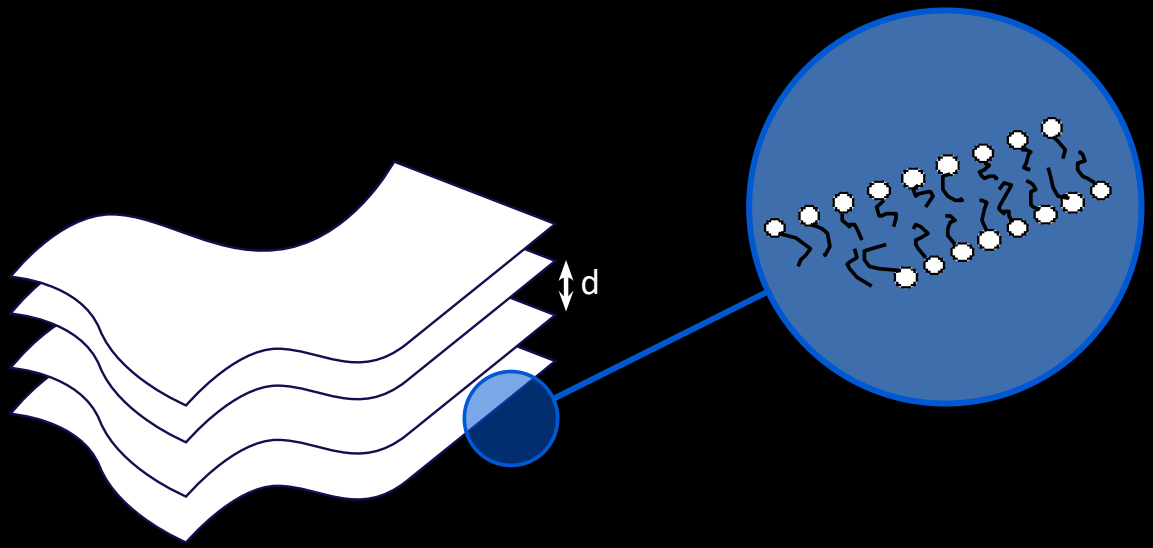


Phase lamellaire



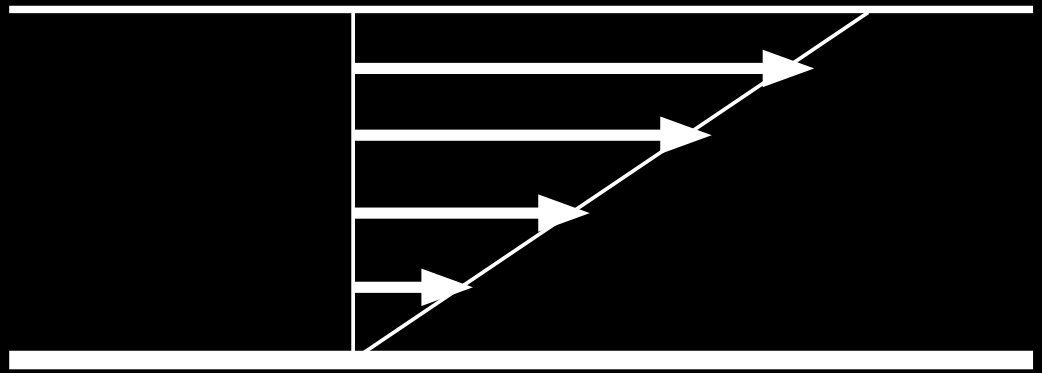
LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE

Comment se comporte une phase lamellaire qui coule ?



LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE

Comment se comporte une phase lamellaire qui coule ?



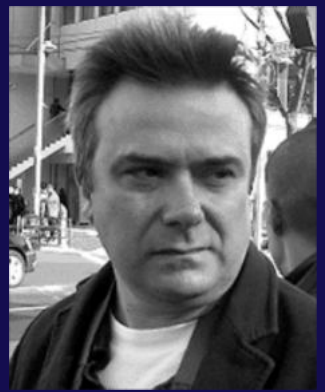
CISAILLEMENT

Eric
FREYSSINGEAS

Olivier
DIAT

Frédéric
NALLET

Philippe
SERRIO

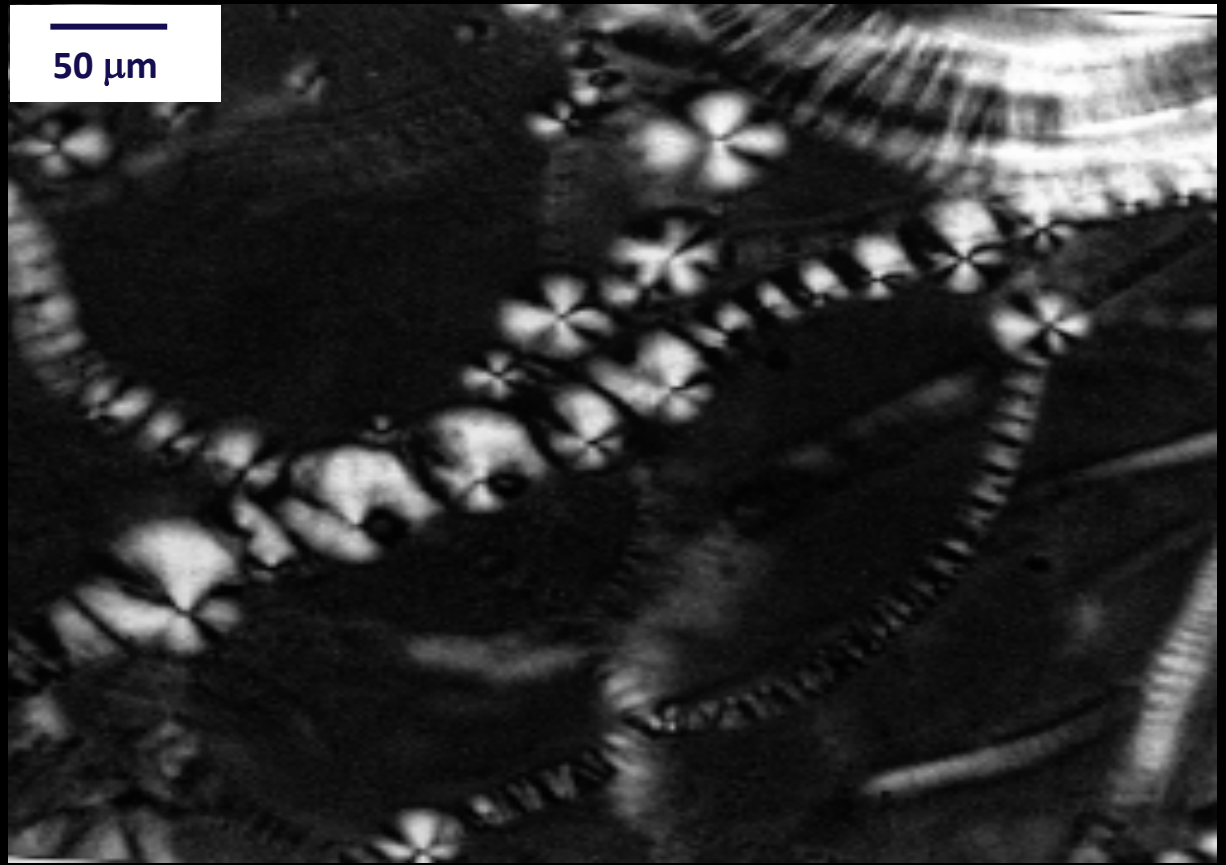


Pascal
PANIZZA

INVENTER DE NOUVEAUX INSTRUMENTS

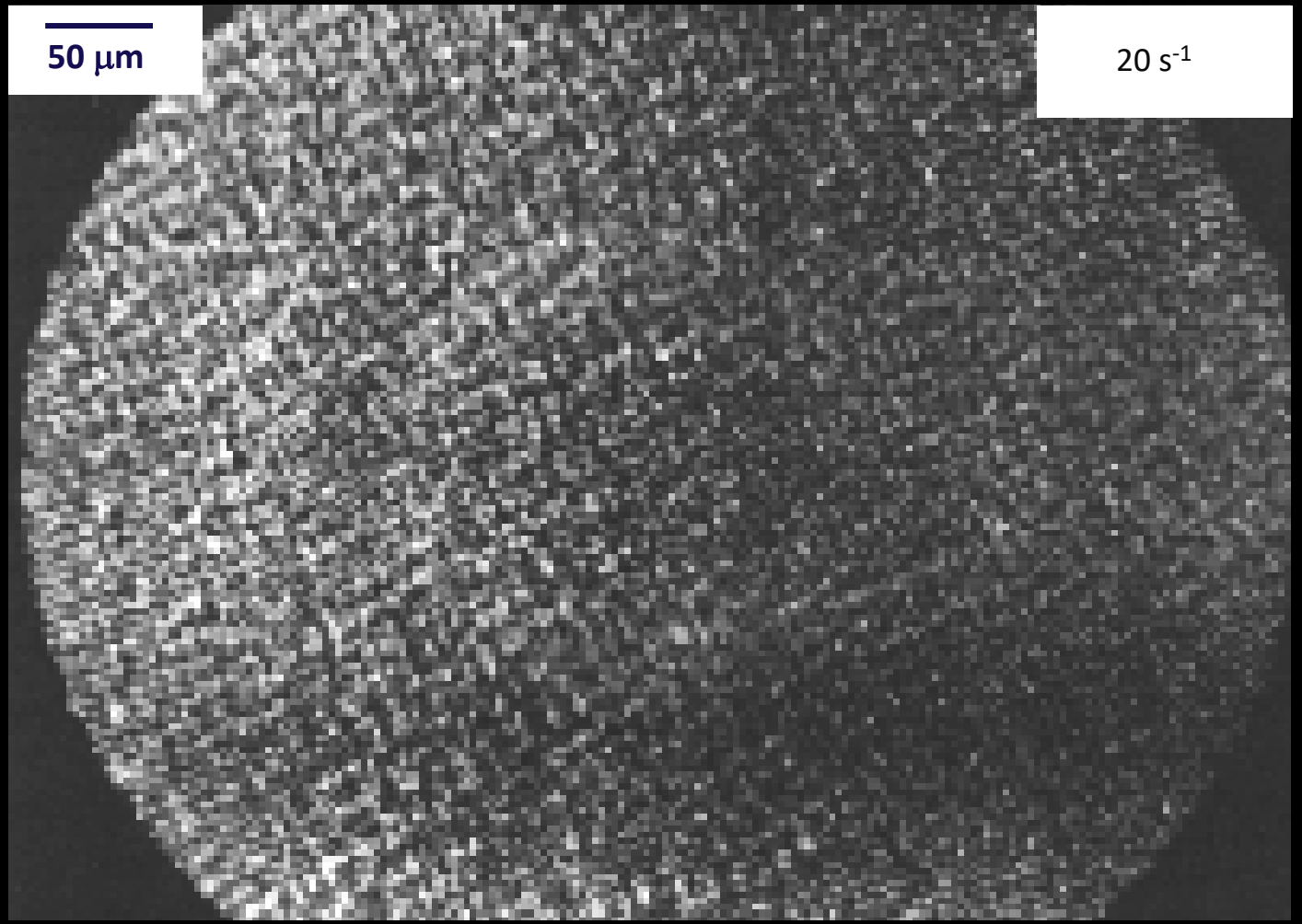
LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE – EXAMEN RHÉO-OPTIQUE

Texture Classique : les coniques focales

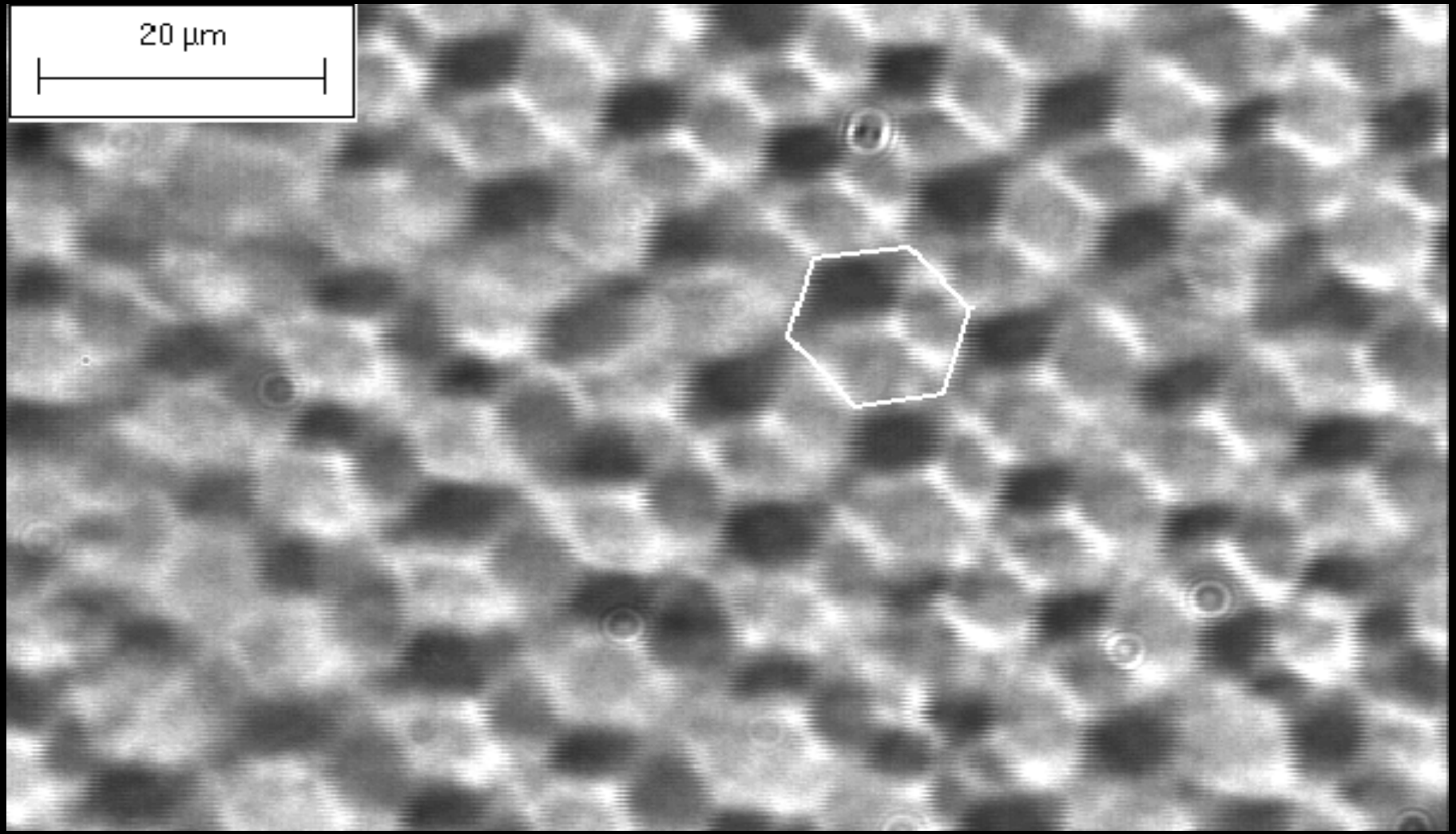


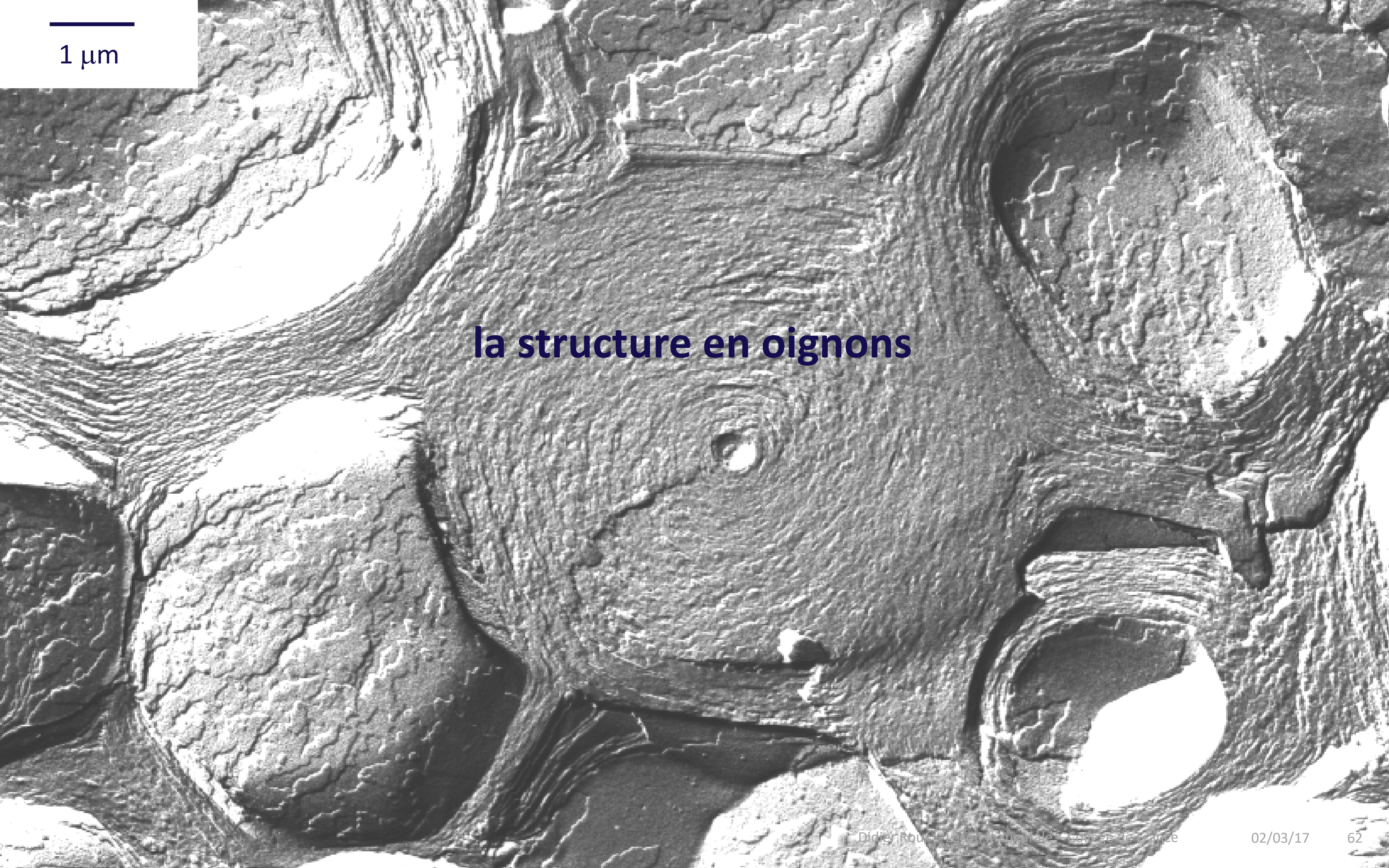
LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE – EXAMEN RHÉO-OPTIQUE

Texture Nouvelle



LES SURFACES FLUCTUANTES HORS D'ÉQUILIBRE – EXAMEN RHÉO-OPTIQUE

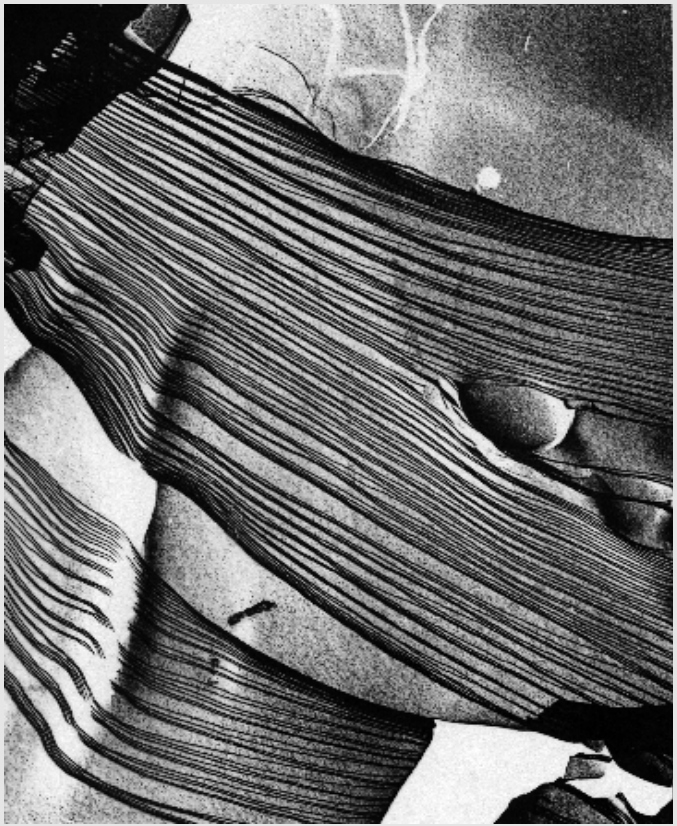



1 µm
la structure en oignons

DÉCOUVERTE DE LA PHASE OIGNON

DÉCOUVERTE : STRUCTURE DE LA PHASE OIGNON

PHASE LAMELLAIRE



Cisaillement

PHASE OIGNON

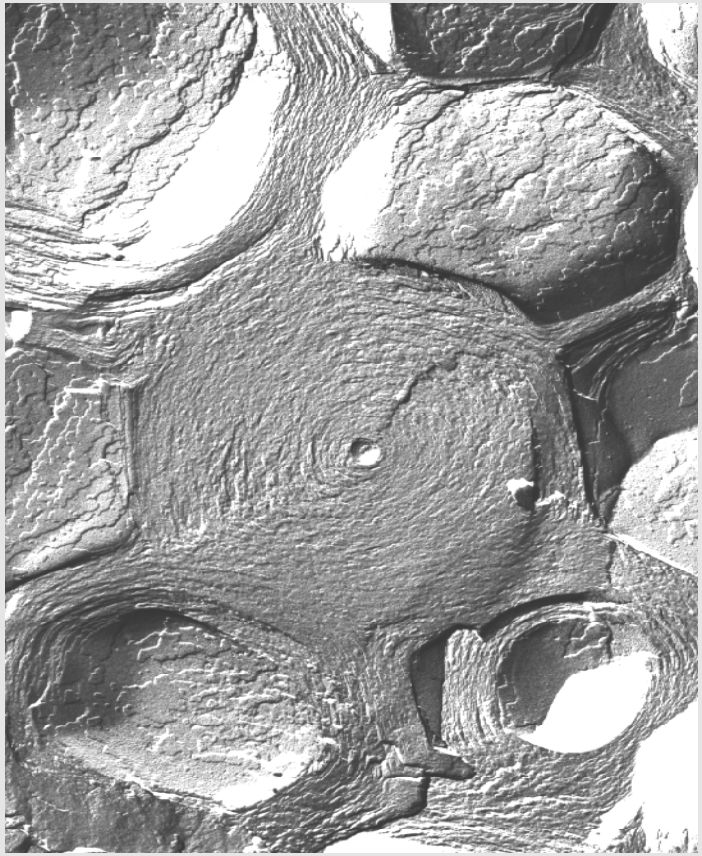
Annie
COLIN

Anne-Sophie
WUNENBERGER

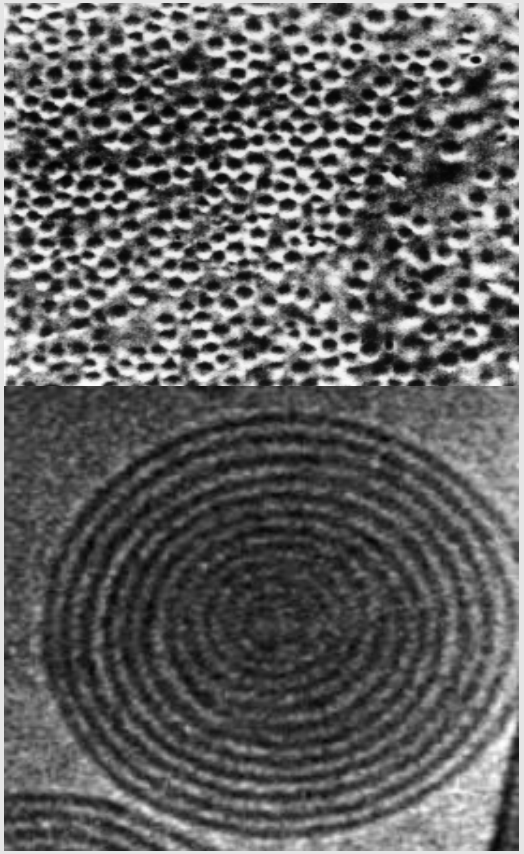
Jacques
LENG

Jean-Baptiste
SALMON

POSSIBILITÉ DE DISPERSER CES VÉSICULES MULTI-LAMELLAIRES

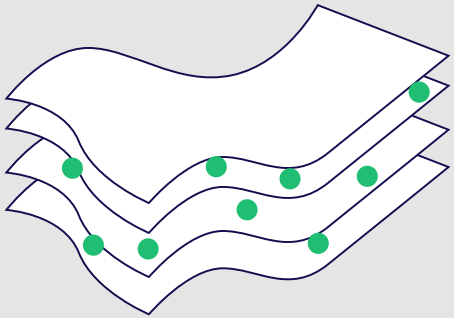


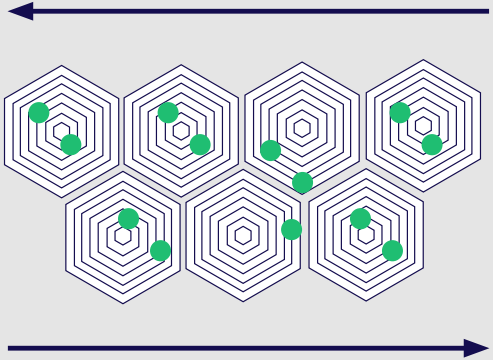
+ eau

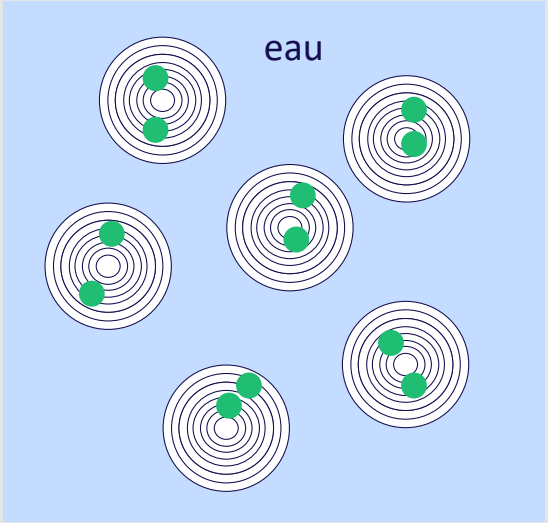


QUELLES INVENTIONS SUITE À LA DÉCOUVERTE DE LA PHASE OIGNON ?

INVENTION D'UN PROCÉDÉ DE FABRICATION DE MICRO-CAPSULES







Préparation d'une phase lamellaire

Dissoudre les molécules

→

On cisaille … On peut arrêter l'écoulement

La structure se fige !

→

On peut ensuite disperser les oignons dans un excès d'eau

On obtient une suspension de particules multi-lamellaires

Joëlle AMÉDÉE

Patrick MAHY

Brigitte DELORD

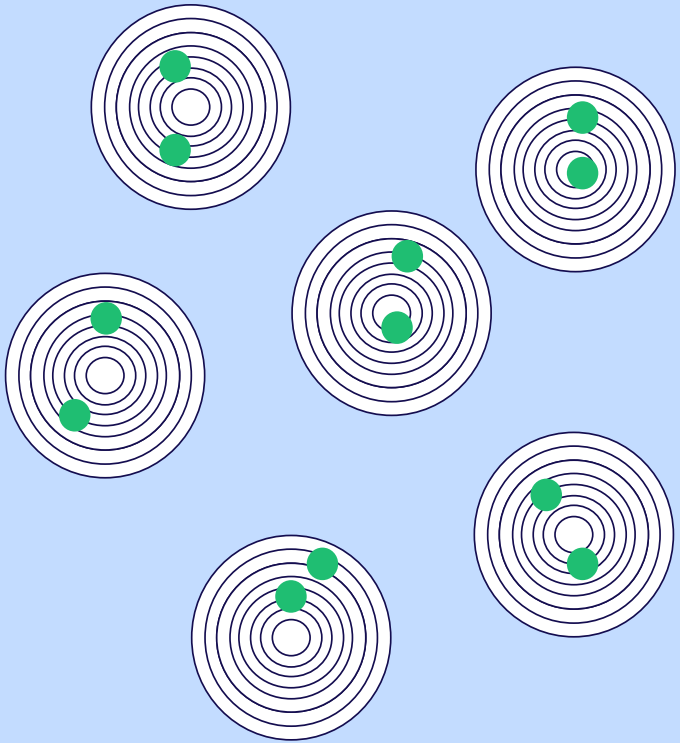
Fabienne GAUFFRE

Pascale CHENEVIER

Cécile POIRIER

D’UNE DÉCOUVERTE FONDAMENTALE À LA MISE AU POINT D’UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL

LES MICRO-CAPSULES :



DOMAINES D’APPLICATIONS

Chimie, Biologie

René LAVERSANNE

CRÉATION DE CAPSULIS (SA)

1994

D'UNE DÉCOUVERTE FONDAMENTALE À LA MISE AU POINT D'UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL

Gamme dermato Capsulis / Virbac

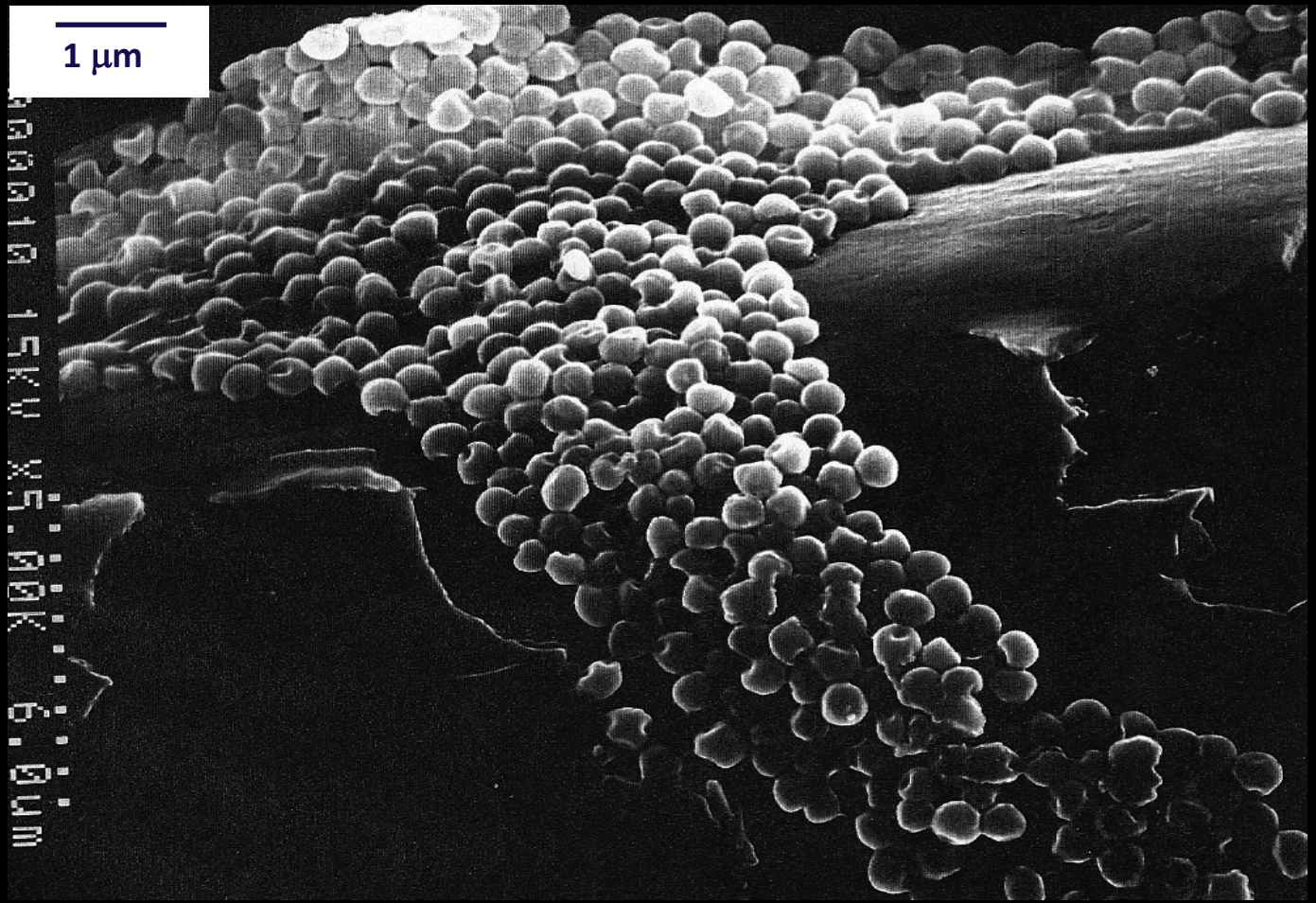
D’UNE DÉCOUVERTE FONDAMENTALE À LA MISE AU POINT D’UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL

Capsulis / Virbac

Sebocalm® Spherulites™

Dermatología Condiciones Hiperqueratósicas

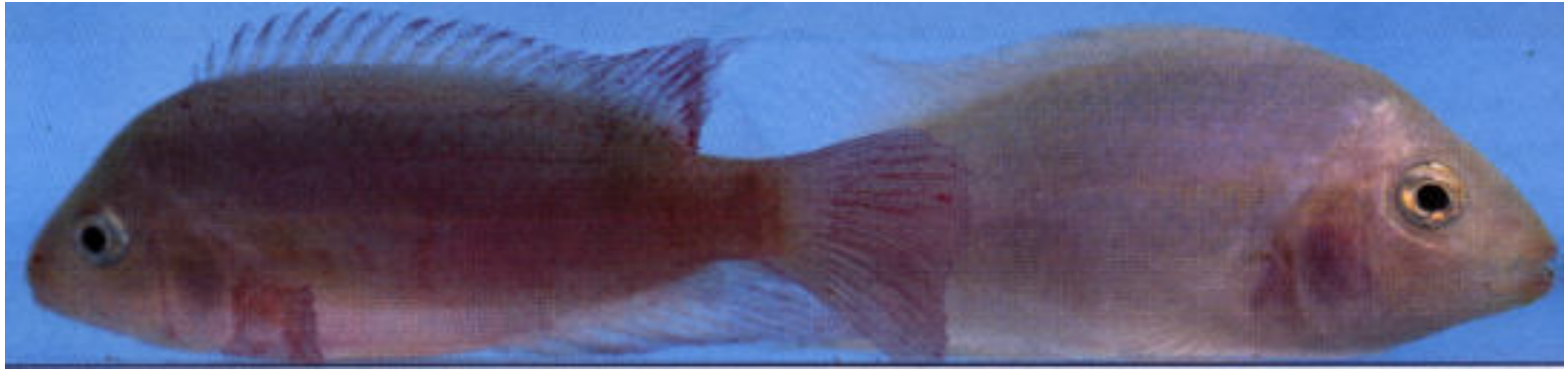
DES OIGNONS SUR LES POILS – ANTI-PUCES CAPSULIS/VIRBAC

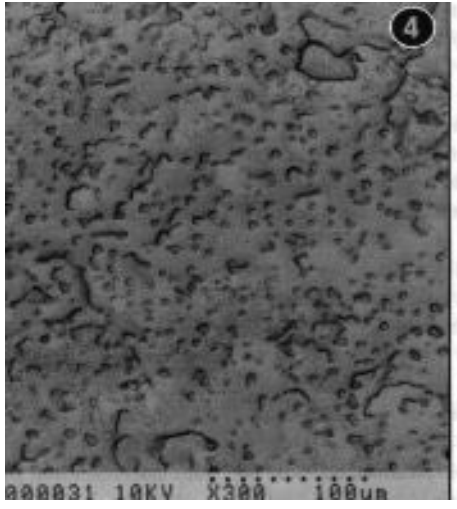


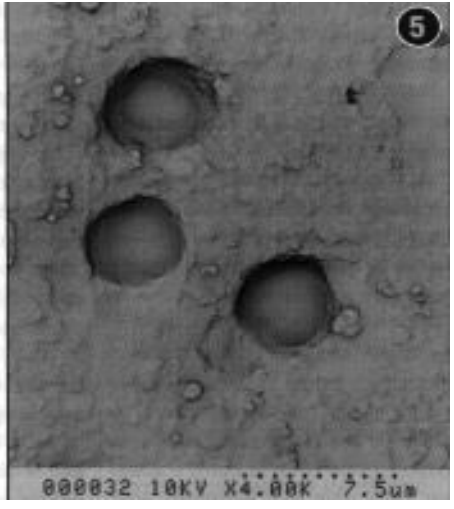
D'UNE DÉCOUVERTE FONDAMENTALE À LA MISE AU POINT D'UN PROCÉDÉ INDUSTRIEL

Gamme pour les poissons : efficacité sous l'eau

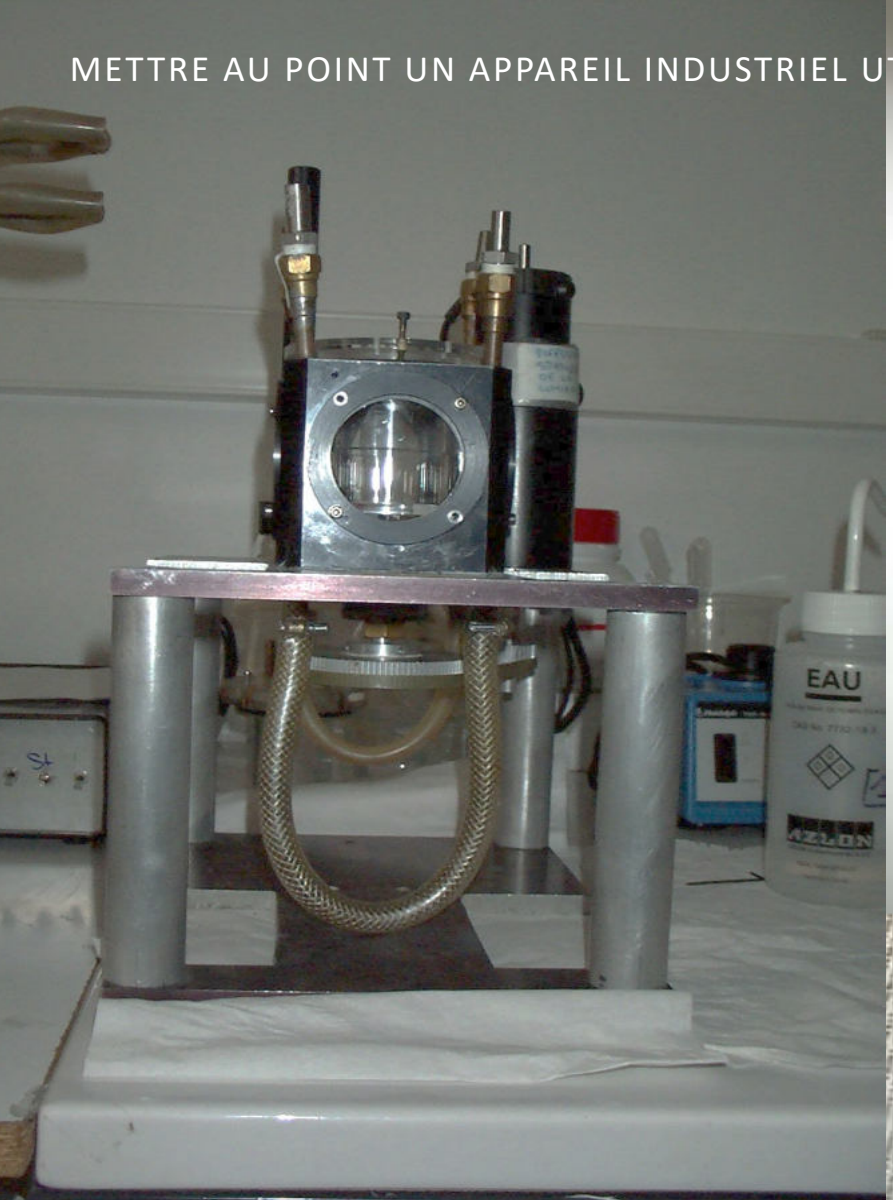
Gamme pour les poissons : efficacité sous l'eau







METTRE AU POINT UN APPAREIL INDUSTRIEL UTILISABLE PAR TOUS :



D’APPAREILS DE LABORATOIRE À DES APPAREILS COMMERCIAUX

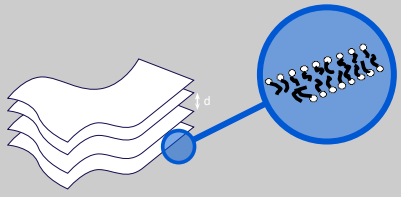
Les outils de mesure rhéophysiques développés sont intéressants pour d’autres applications :

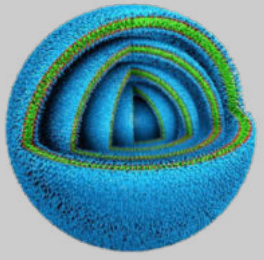
Avec Philippe SIERRO

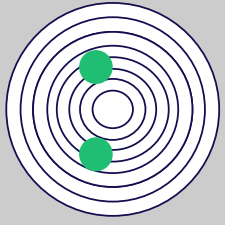
CRÉATION DE RHÉOCONTROL

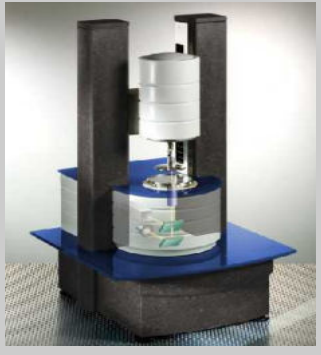
1998 (SA)

RÉSUMÉ HISTORIQUE DES DÉCOUVERTES LIÉES À LA PHASE OIGNON









198... ?

198.. ?

1990..?

1990

1998

CURIOSITÉ SCIENTIFIQUE PURE

Comment coule une phase lamellaire ?

BESOIN D'INVENTION

Construire des outils de Rhéophysique

UNE DÉCOUVERTE: LA TRANSITION EN OIGNON

Intérêt fondamental

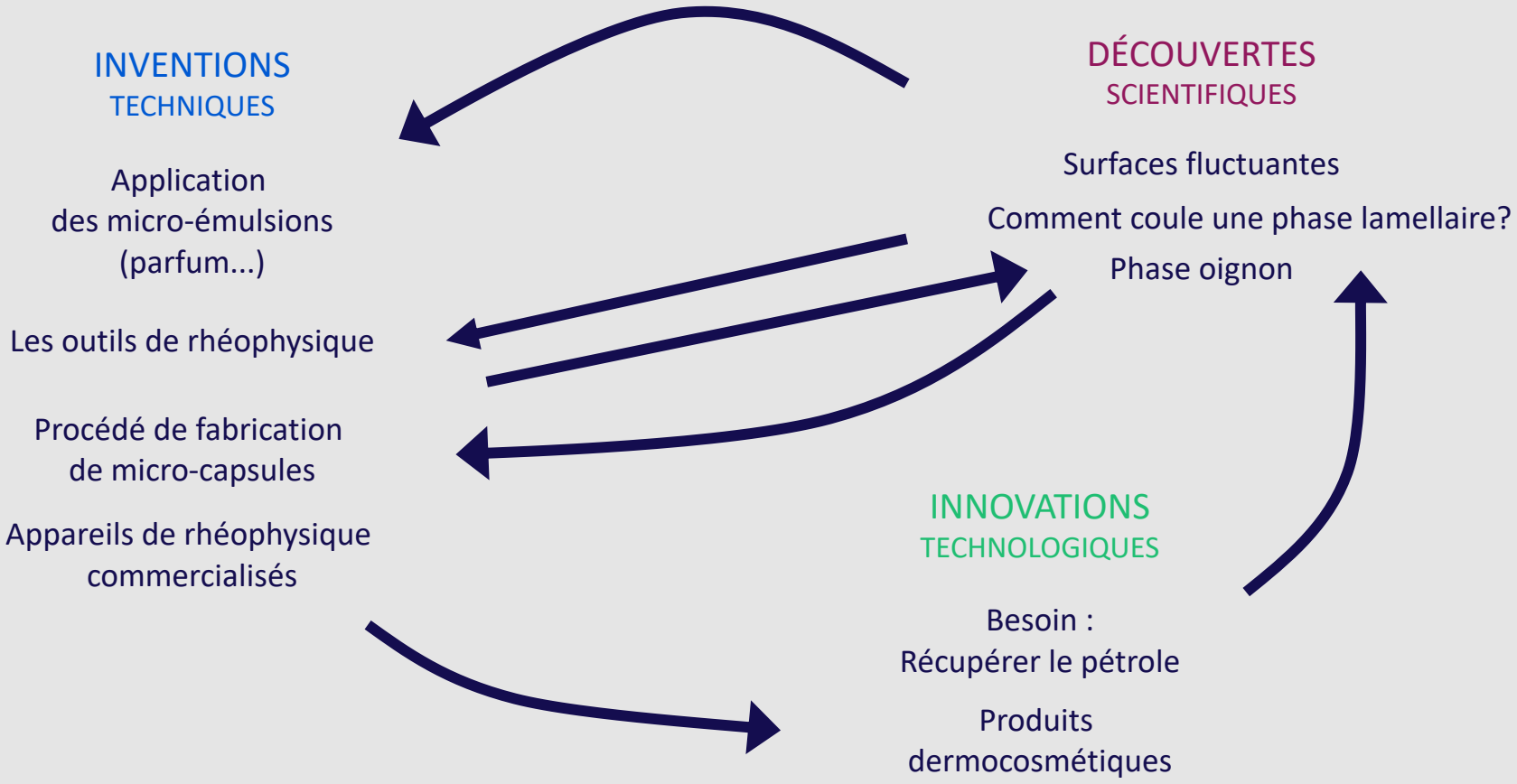
INNOVATION: INVENTION D'UN PROCÉDÉ DE FABRICATION DE MICRO-CAPSULES

Plusieurs applications industrielles. Création d'une jeune pousse

INVENTION INNOVATION

Visualisation sous écoulement

DU BESOIN D'INNOVATION AUX DÉCOUVERTES SCIENTIFIQUES - RÉSUMÉ



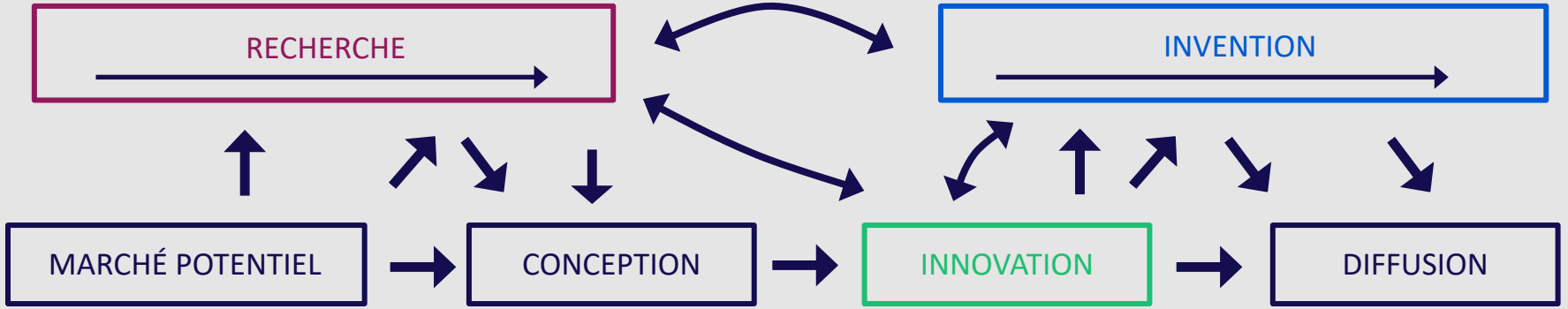
En guise de Conclusion ...

Retour sur les modèles économiques :
Le cheminement de l'innovation

RETOUR SUR LES MODÈLES ÉCONOMIQUES D'INNOVATION

LE MODÈLE LINÉAIRE ET HIÉRARCHIQUE

MODÈLE EN DE LA CHAÎNE INTERCONNECTÉE DE ROSENBERG & KLINE - 1986



Découvertes / Inventions / Innovations

Découverte accidentelle

Convergence

Besoin du marché

REMERCIEMENTS

Étudiants

P. HONORAT
G. GUERIN
D. GAZEAU
J. BIBETTE
O. DIAT
C. VINCHES
E. FREYSSINGEAS
P. SIERRO
P. PANIZZA
L. SOUBIRAN
F. GAUFFRE
C. SAUCIER
O. FREUND
O. DEHZ
S. UGAZZIO
J. LENG
A.S. WUTENBERGER
U. PETER
P. CHENEVIER
J.B. SALMON
P. MOREAU
C. POIRIER
N. BRIELLES
J.F. BODET
A. BERNHEIM
P. ATTARD
U. OLSSON
I. BRIAN
P. HERVÉ
RAGHUNATHAN
S. KOENIG
R. KLUCKER
S. MULLER
T. POTT
D. VAN EFFENTERRE

Collaborateurs

M. CATES
C. SAFINYA
S. SAFRAN
D. ANDELMAN
W. GELBART
C. KNOBLER
A. BEN SHAUL
A. SOOD
S. MILNER
F. NALLET
C. COULON
J. PROST
B. BIGOT
P. BOTHOREL
A.M. BELLOCQ
N. CLARK
D. BEYSENS
P. FABRE
B. DELORD
J. AMEDEE
P. MAHY
P. RICHETTI
Y. GLORIES
A. COLIN
S. MANNEVILLE
L. NAVAILLES
O. MONDAIN-MONVAL
C. FAURE
T. POTT
S. DECOUX

Associés

R. LAVERSANNE
P. SIERRO

COLLÈGE
DE FRANCE
1530

Merci de votre attention.