

Historique de la relation génotype-phénotype et notion de propriété émergente

Dominique de Vienne

Plan

Notion de propriété émergente

Historique de la relation génotype-phénotype

Plan

Notion de propriété émergente

Historique de la relation génotype-phénotype

La notion d'émergence

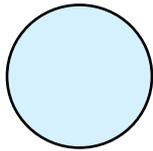
J. S. Mill (1843), G. H. Lewes (1875), S. Alexander (1910),
C. L. Morgan (1923), C. D. Broad (1925)

« Le tout est plus que la somme de ses parties »

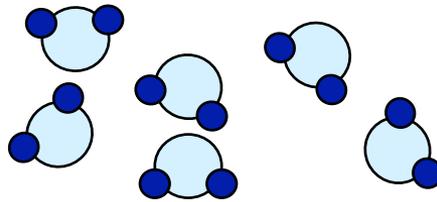
Les propriétés d'un système ne sont pas (ou très difficilement)
réductibles à celles de ses parties



H



O



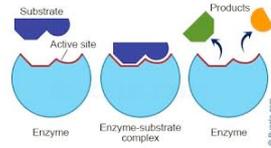
H₂O



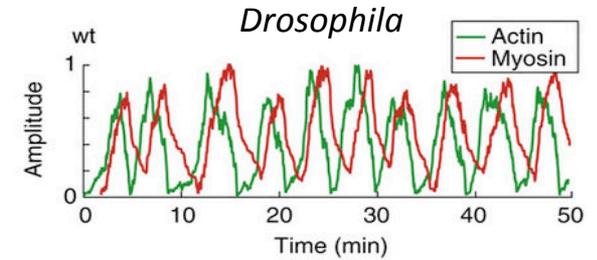
Transparence, viscosité,
cristallisation, etc.

Emergence : quelques exemples en biologie

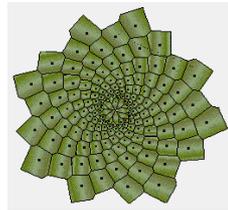
Catalyse enzymatique



Rythmes



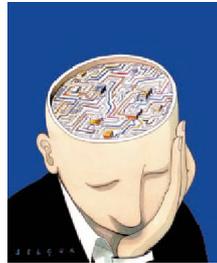
La phyllotaxie



L'odorat



La mémoire, la conscience



Comportement sociaux



Les effets génétiques : dominance, hétérosis



P_1
Homozygous line



F_1 hybrid
Increased vigor
 $F_1 > (P_1, P_2)$



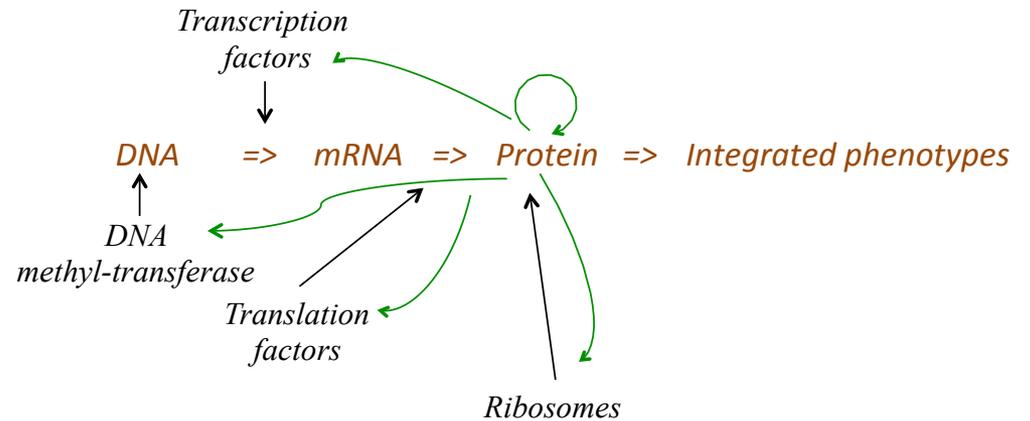
P_2
Homozygous line

Pourquoi est-il si difficile de relier les niveaux ?

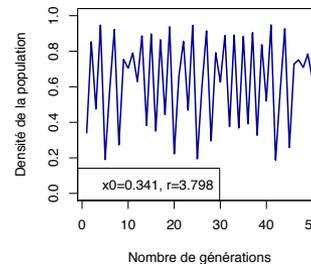
1) Le nombre de paramètres



2) Enchevêtrement des niveaux



3) Imprévisibilité intrinsèque



Plan

Notion de propriété émergente

Historique de la relation génotype-phénotype

W. Johannsen

T. H. Morgan

S. Wright

Celui par qui tout a commencé

Wilhelm Johannsen



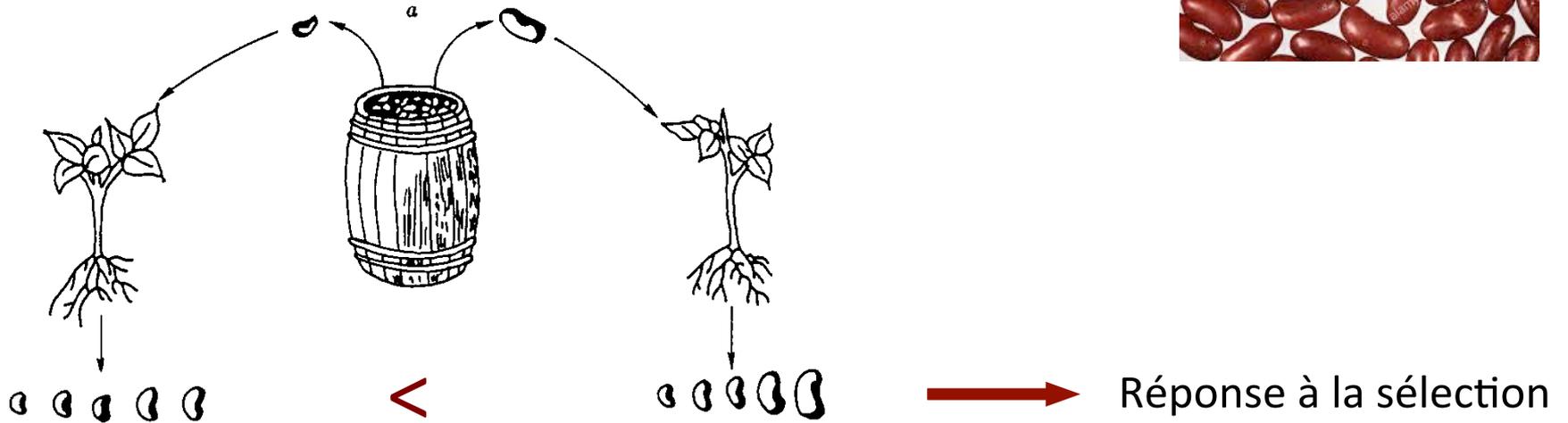
1857–1927

Botaniste et généticien danois.

L'expérience de W. Johannsen

Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien (1903)

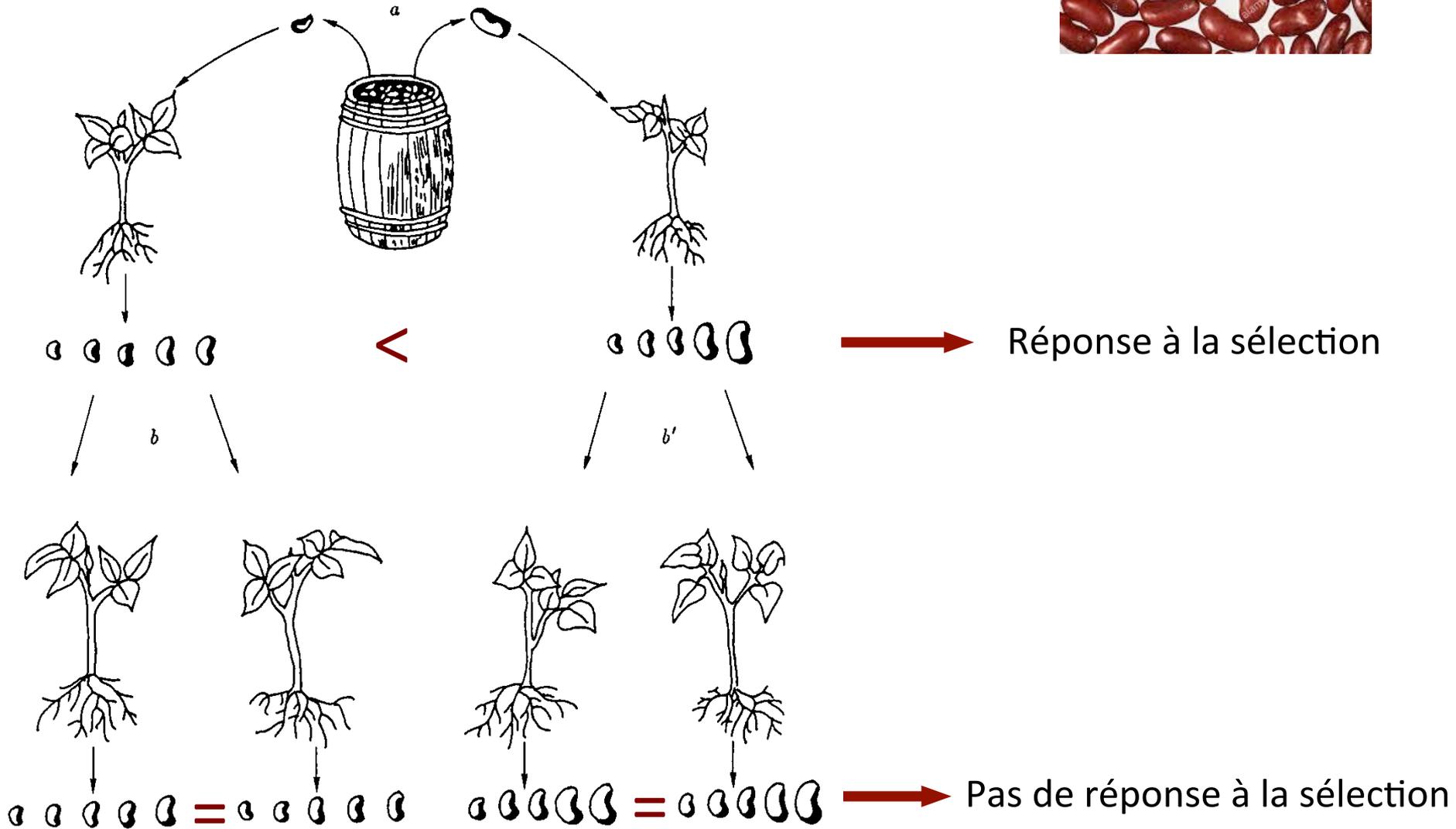
[Hérédité dans les populations et les lignées pures]



L'expérience de W. Johannsen

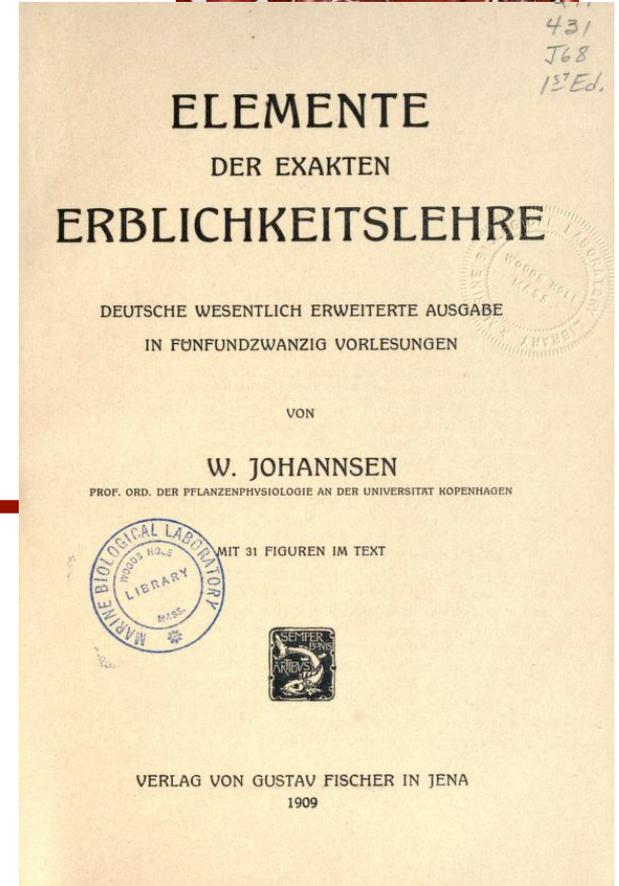
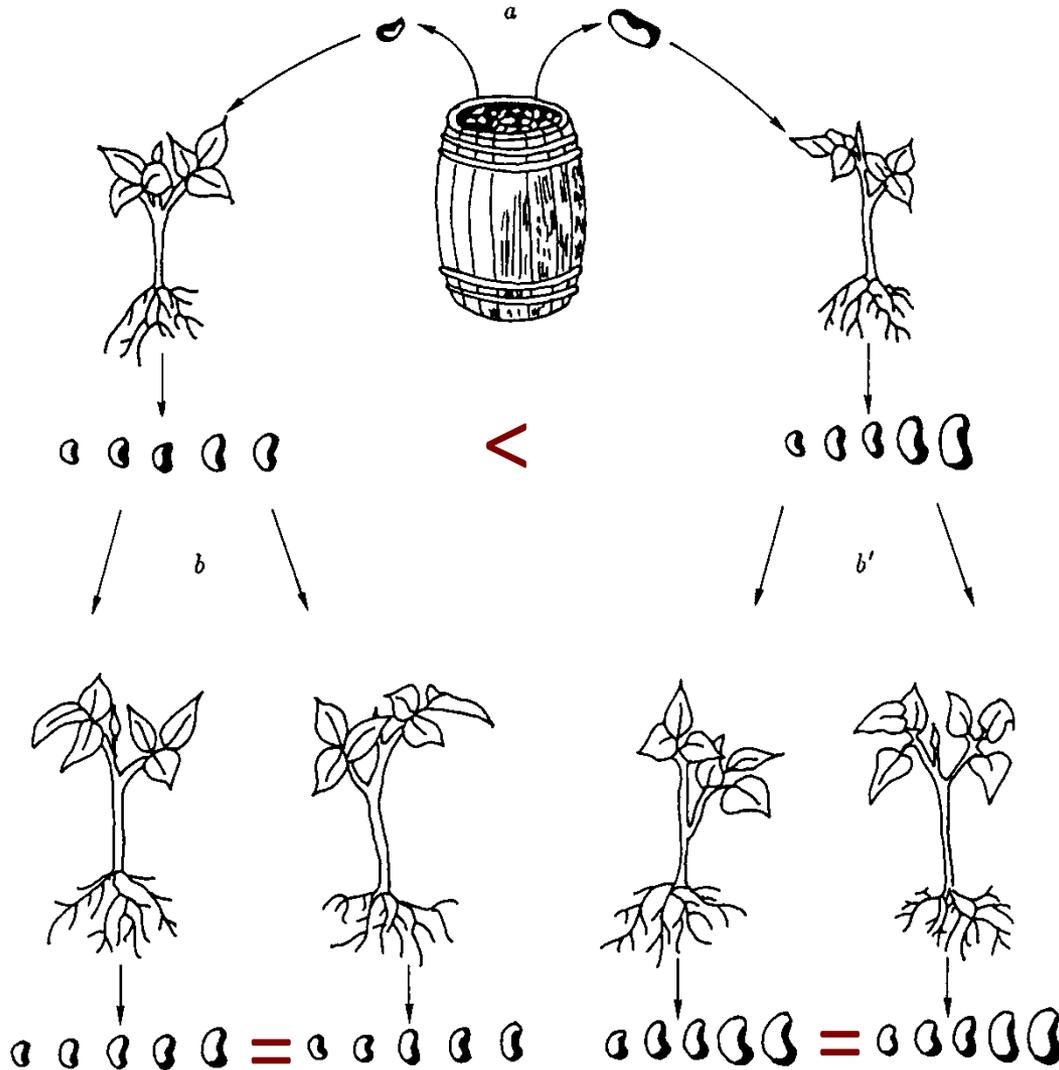
Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien (1903)

[Hérédité dans les populations et les lignées pures]



L'expérience de W. Johannsen

Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien (1903)
[Hérédité dans les populations et les lignées pures]



Éléments d'hérédité exacte. 1909

→ Pas de réponse à la sélection

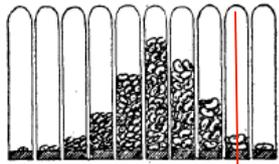
THE GENOTYPE CONCEPTION OF HEREDITY¹

PROFESSOR W. JOHANNSEN

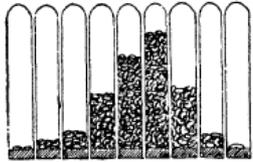
UNIVERSITY OF COPENHAGEN

DIAGRAMMES MONTRANT CINQ LIGNÉES PURES DIFFÉRENTES DE HARICOT ET UNE « POPULATION » FORMÉE PAR LEUR UNION.

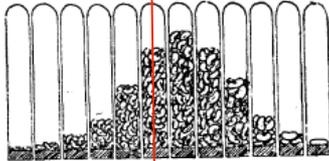
Dans chaque cas les haricots [...] sont rassemblés en classes de tailles égales ; les classes identiques sont superposées. Les lignées pures montrent des variations transgressives : il est presque impossible de dire par simple observation de haricots individuels la lignée à laquelle il appartient [...].



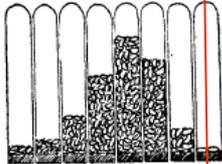
1



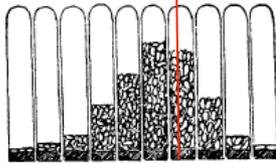
2



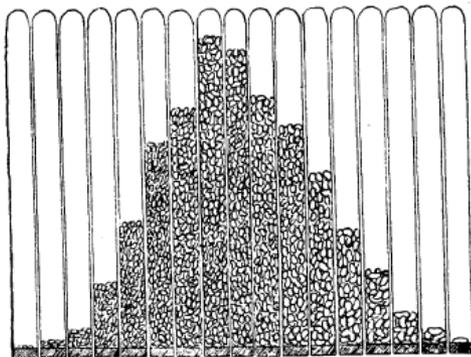
3



4



5



Mélange
des cinq
lignées

Un génotype => des phénotypes

Un phénotype => des génotypes

THE
AMERICAN NATURALIST

VOL. XLV

March, 1911

No. 531

THE GENOTYPE CONCEPTION OF HEREDITY¹

PROFESSOR W. JOHANNSEN

UNIVERSITY OF COPENHAGEN

« The "**gene**" is nothing but a very applicable little word, easily combined with others, and hence it may be useful as an expression for the "unit-factors", "elements" or "allelomorphs" in the gametes [...]. »

« A "**genotype**" is the sum total of all the "genes" in a gamete or in a zygote » [*au sens restreint : composition allélique d'un ou de plusieurs locus étudiés chez un individu*]

« All "types" of organisms, distinguishable by direct inspection or only by finer methods of measuring or description, may be characterized as "**phenotypes**". » [*du grec phainein « paraître » et -type*]

« A "**pure line**" may be defined as the descendants from one single homozygotic organism, exclusively propagating by self-fertilization. »

Le gène est longtemps resté une abstraction

Si le phénotype est une réalité concrète, pendant ≈ 50 ans le génotype va rester une abstraction.

Les gènes sont des positions sur les chromosomes, repérés via l'effet de leurs mutations sur le phénotype.

C'est le règne de la génétique « formelle ».

On ne sait pas comment entrer dans la « boîte noire »



On observe couramment qu'il n'y a ***pas de relation bi-univoque*** entre un gène et un caractère.

Thomas Hunt Morgan (1866-1945)

Etudes systématiques de liaisons génétiques chez la Drosophile

=> théorie chromosomique de l'hérédité (Prix Nobel 1933).



The Mechanism of Mendelian Heredity, 1915

The Theory of the Gene, 1926

T. H. Morgan et la relation gène-caractère

Il n'y a **pas de relation bi-univoque** entre un gène et un caractère :

– Des individus de **même** génotype peuvent avoir des phénotypes **différents**.



– Un caractère peut être affecté par **plusieurs** gènes (≈ 25 mutations de la couleur de l'œil, situés à différents locus).



– **Pléiotropie**. Ex. : une mutation « yeux blancs » affecte aussi la durée de vie de la mouche et son comportement.

– **Epistasie**. Ex. : si la mouche est homozygote *white/white* au locus 1, on ne distingue pas les différents génotypes (allèles *vermillion* et *pink*) au locus 2.

Les prémisses de la génétique physiologique

On essaye d'entrer dans la boîte noire



Sewall Wright

Généticien et évolutionniste



1889–1988

PHYSIOLOGICAL AND EVOLUTIONARY THEORIES OF DOMINANCE¹

PROFESSOR SEWALL WRIGHT

DEPARTMENT OF ZOOLOGY, THE UNIVERSITY OF CHICAGO

Wright, 1934. Am. Nat. 68, 24-53

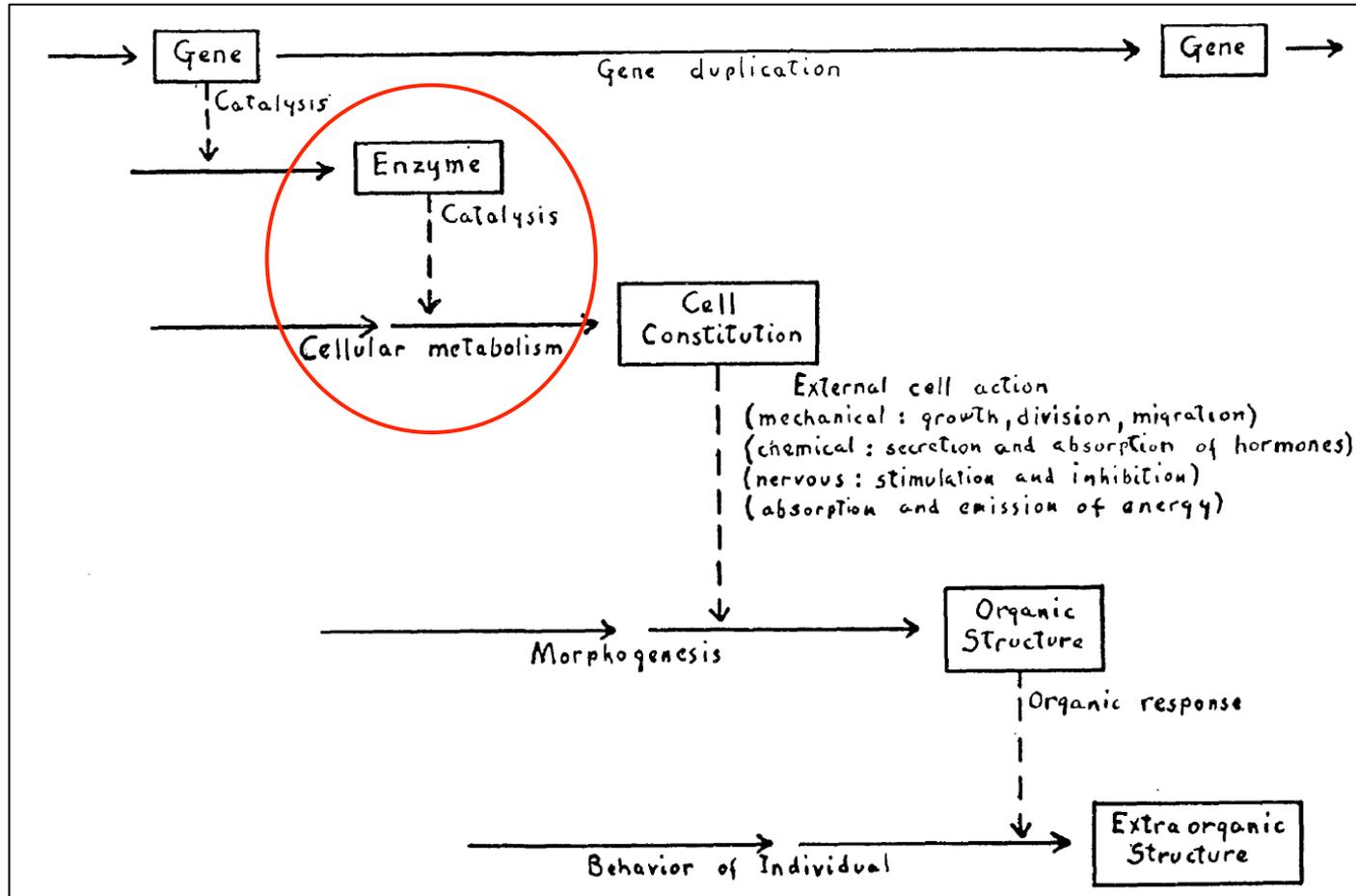
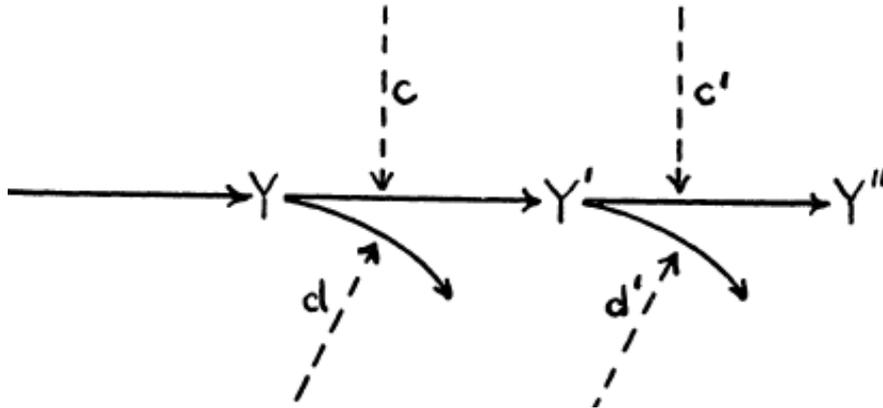


Diagram illustrating the chain of processes relating the immediate physiological action of a gene to characters at different levels

Le modèle physiologique de la dominance



$$\frac{dY}{dt} = C - (c + d)Y = 0$$

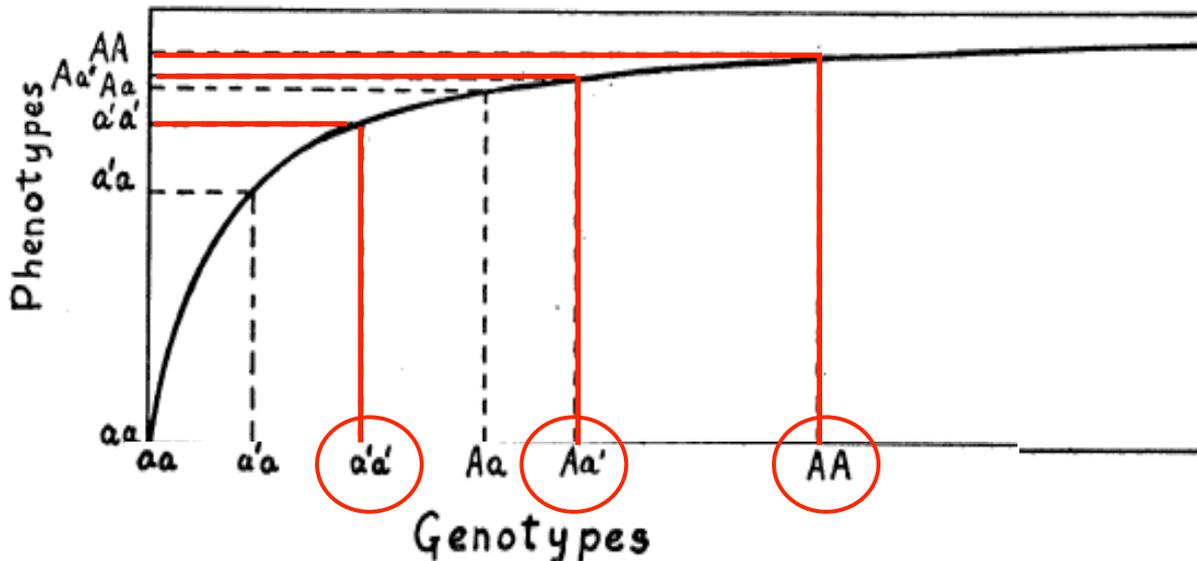
$$\frac{dY'}{dt} = cY - (c' + d')Y' = 0$$

$$\frac{dY''}{dt} = c'Y'$$

$$Y = C \left(\frac{1}{c + d} \right)$$

$$Y' = C \left(\frac{c}{c + d} \right) \left(\frac{1}{c' + d'} \right)$$

$$Y'' = C \left(\frac{c}{c + d} \right) \left(\frac{c'}{c' + d'} \right)$$



Wright S. 1934.
Amer. Nat. 68:24-63
 Kacser et Burns,
Genetics, 1981

La relation génotype-phénotype

Point de vue de la biologie et physiologie moléculaires

Gènes-enzymes  Phénotypes

A. E. Garrod, 1902-1909

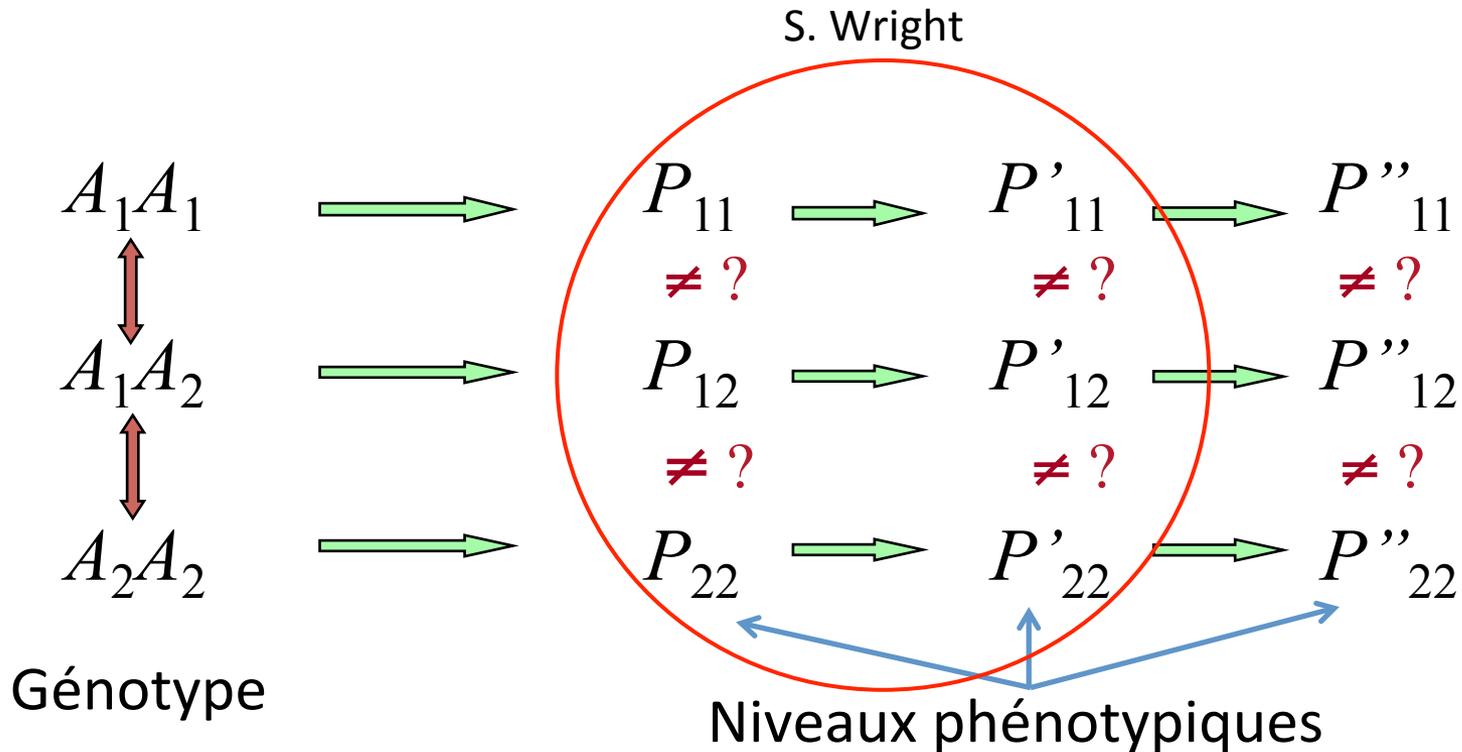
L. Cuénot, 1903

Gènes  Enzymes  Phénotypes

Watson & Crick 1953, etc.

La relation génotype-phénotype

Point de vue de la génétique évolutive et quantitative



On ne fait pas de la génétique des caractères,
mais des **variations** des caractères

T. H. Morgan et la relation gène-caractère

« Le facteur mendélien (le gène) correspond à la *différence* que la mutation introduit dans le caractère, *et non à ce caractère* lui-même ». La découverte du multiallélisme va conforter ce point de vue.

HYPOTHESIS AND THEORY ARTICLE

Front. Genet., 19 May 2015 | <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00179>

The differential view of genotype–phenotype relationships

 [Virginie Orgogozo^{1*}](#),  [Baptiste Morizot²](#) and  [Arnaud Martin³](#)

Merci de votre attention