

**EPREUVE DE GENETIQUE (Partie Diploïdes)**  
**Mai 2023 - 45 minutes**

**Exercice n°1 : 3 points**

Chez l'homme le défaut de pigmentation ou albinisme est dû à un allèle récessif **a**. **A** conduit à un phénotype normal. Deux parents normaux ont un enfant albinos.

Quelle probabilité pour que :

1. Leurs deux prochains enfants soient albinos ?
2. Sur deux enfants que l'un soit albinos et l'autre normal ?

**Exercice n°2 : 3 points**

Des chiens génétiquement purs pour le caractère pelage blanc sont croisés avec des chiens bruns. La descendance F1 est totalement blanche. Une F2 obtenue par croisement des individus de la F1, est constituée de 208 chiens dont 156 sont blancs, 39 sont noirs et 13 sont bruns.

1. Interprétez ces résultats en donnant les génotypes des parents et de la descendance.
2. Quelle sera la proportion d'individus hétérozygotes à un locus et homozygote à l'autre parmi les descendants noirs de la F2 ? Interprétez les résultats obtenus de la F2 et donnez les génotypes.

**Exercice n°3 : 4 points**

On croise deux plantes, l'une à fleurs rouges et à feuilles glabres (c'est à dire sans poils), l'autre à fleurs bleues et à feuille velues. Les graines obtenues sont semées et donnent, à la première génération (F1), uniquement des plantes à fleurs mauves et à feuilles velues.

Les fleurs mauves de la F1 autofécondées, libèrent des graines qui semées, donnent la génération F2 dans laquelle les phénotypes se répartissent ainsi :

600 plantes à fleurs mauves et à feuilles velues.

300 plantes à fleurs rouges et à feuilles velues.

300 plantes à fleurs bleues et à feuilles velues.

200 plantes à fleurs mauves et à feuilles glabres.

100 plantes à fleurs rouges et à feuilles glabres.

100 plantes à fleurs bleues et à feuilles glabres.

Interprétez ces résultats en donnant les génotypes et les phénotypes.

## EPREUVE DE GENETIQUE (Partie Diploïdes)

Mai 2023 - 45 minutes

### CORRECTION

#### Exercice n°1

L'allèle qui détermine l'albinisme est **a**, l'allèle normal dominant est **A**

1. La probabilité pour que leur prochain enfant soit albinos =  $1/4$ , et la probabilité pour que leurs deux prochains enfants soient albinos =  $1/4 \times 1/4 = 1/16$ .

2. La probabilité sur deux enfants que l'un soit albinos et l'autre normal =  $(1/4 \times 3/4) + (3/4 \times 1/4) = 6/16 = 3/8$ .

#### Exercice n°2

1. C'est un dihybridisme, les gènes sont indépendants

**B** : noirs

**b** : bruns

**I** : impossibilité de pigmentation, blanc

**i** : possibilité de pigmentation.

F2 : F1 x F1 208 chiens

– 156 blancs

– 39 noirs

– 13 bruns.

La 1ère génération est homogène, les parents sont purs, la première loi de Mendel est vérifiée.

Les proportions de la F2 :

Les chiens bruns :  $13/208 = 1/16$ .

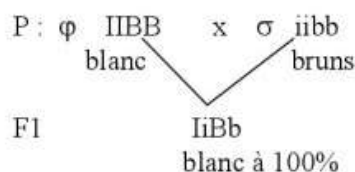
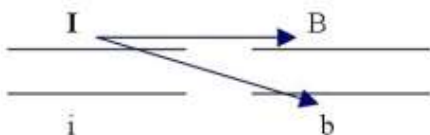
Les chiens noirs :  $39/208 = 3/16$ .

Les chiens blancs :  $156/190 = 12/16$ .

**12 : 3 : 1** sont les proportions d'une **épistasie dominante simple**.

Les rapport classiques 9:3:3:1 sont modifiés en **12:3:1**.

Génotypes	I-B-	I-bb	iiB-	iibb
Proportions classiques	9	3	3	1
Epistasie dominante simple	12 blancs		3 noirs	1 bruns



F2 :  $\phi$  **IiBb** x  $\sigma$  **IiBb** :

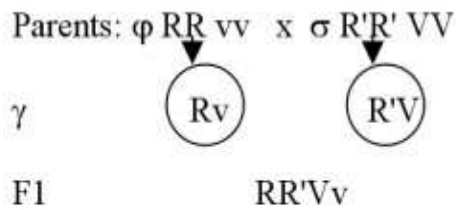
1/16 IIBB	}	12/16 blancs [I-]
2/16 IiBB		
2/16 IIBb		
4/16 IiBb		
1/16 Iibb		
2/16 Iibb		
1/16 iiBB	}	3/16 noirs [iB]
2/16 iiBb		
1/16 iibb	}	1/16 bruns [ib]

2. La proportion d'individus hétérozygotes à un locus et homozygotes à l'autre parmi la descendance F2 est = 2/3

### Exercice n°3

Pour la couleur des fleurs : on assiste à une absence de dominance complète (ou dominance partielle) entre l'allèle rouge **R** et l'allèle bleu **R'**.

Pour les feuilles, l'allèle velu **V** est dominant sur l'allèle glabre **v** qui est récessif.



	Génotypes	Phénotypes
Parents:		
$\phi$	RRvv	[Rv]
$\sigma$	R'R'VV	[R'V]
F1	RR'Vv	[RR'V]

Interprétation de la F2 : F1 x F1

On observe :

[**RR'V**] : 600 représente **6/16**.

[**RV**] : 300 représente **3/16**.

[**R'V**] : 300 représente **3/16**.

[**RR'v**] : 200 représente **2/16**.

[**Rv**] : 100 représente **1/16**.

[**R'v**] : 100 représente **1/16**.

**Génotypes et proportions :**

1/16 **RRVV** : 2/16 **RRVv** : 2/16 **RR'VV** : 4/16 **RR'Vv** : 2/16 **RR'vv** : 2/16 **R'R'VV** :  
 1/16 **R'R'vv** : 1/16 **R'R'Vv** : 1/16 **RRvv**.

**Phénotypes et proportions:**

6/16[**RR'V**] : 3/16[**RV**] : 2/16[**RR'v**] : 3/16[**R'V**] : 1/16[**R'v**] : 1/16[**Rv**].

## Partie DIPLOIDES (10 points)

### EXERCICE 1 (4 points)

La couleur du pelage des rats est déterminée par deux gènes situés sur des chromosomes différents (indépendants). A et B se présentent chacun sous deux formes alléliques (A et a) et (B et b).

L'allèle A code pour une enzyme qui permet la production d'un pigment gris clair alors que l'allèle a récessif code pour une enzyme inactive.

L'allèle B code pour une enzyme qui permet la transformation du pigment gris clair en pigment noir alors que l'allèle b récessif code pour une enzyme inactive. En absence de pigments, les rats présentent un pelage blanc.

On croise un rat noir de lignée pure avec un rat blanc n'exprimant aucune des enzymes. Tous les rats issus de ce croisement sont noirs.

1. Quel est le génotype des rats issus de la F1 ? Justifiez votre réponse (1 points)

On croise alors deux rats issus de cette première génération

2. Quels types de rats (couleur du pelage) et en quelles quantités seront théoriquement produits les 320 descendants issus de ce croisement ? (Justifiez votre réponse) (3 points)

### EXERCICE 2 (3 points)

Monsieur Omar daltonien dont les parents ne sont pas atteints de daltonisme a un garçon daltonien et une fille normale.

Sachant que le daltonisme est un caractère lié au sexe, quelle est la probabilité pour que la fille de Omar qui a épousé un homme normal donne naissance à :

- 1) un enfant daltonien et un enfant normal ? (1,5 points)
- 2) un garçon normal et une fille daltonienne ? (1,5 points)

Justifier vos réponses

### EXERCICE 3 (3 points)

Trois gènes sont situés sur un chromosome de la manière suivante :

(A,a) \_\_\_\_\_ 8 cM \_\_\_\_\_ (B,b) \_\_\_\_\_ 12cM \_\_\_\_\_ (C,c)

Quels sont les types de gamètes produits par un individu de génotype **ABc//abC** et en quelles proportions si l'interférence est totale (100%) ? Justifier vos réponses.

## Correction

### Exercice 1

- 1) Parent noir race pure donc AABB

Parent blanc est aa-- (c'est-à-dire aaBB ou aaBb ou aabb) or puisque c'est précisé que chez celui-ci aucune enzyme ne s'exprime il est donc aabb

AABB x aabb donne une F1 100% AaBb

- 2) AaBb x AaBb donne 320 descendants :

9/16	A-B-	Noir	donc un effectif de	$320 \times 9/16 = 180$	rats
3/16	A-bb	Gris clair	donc un effectif de	$320 \times 3/16 = 60$	rats
4/16	aa—	Blanc	donc un effectif de	$320 \times 4/16 = 80$	rats

### Exercice 2

Le daltonisme est un caractère récessif lié à l'X

- 1)  $1/4 \times 3/4 \times 2 = 6/16 = 3/8$   
2) 0

### Exercice 3

I=1 implique que le % de doubles c.o. = 0

Donc ABc//abC donnera uniquement 6 gamètes

AbC et aBc avec un pourcentage de 8% donc 4% chacun

ABC et abc avec un pourcentage de 12% donc 6% chacun

Donc les gamètes parentaux sont donnés avec la proportion 80% donc 40% chacun

## TD de Génétique des diploïdes

### Exercice 1 :

Considérons un individu appartenant à une espèce à  $2n = 8$  chromosomes. Chez cet individu, chaque paire de chromosomes, porte un gène à l'état hétérozygote. **a)** Quel est le nombre de combinaisons gamétiques possibles ?

Les chromosomes I, II, III et IV portent respectivement les allèles de 4 gènes différents  $A>a$ ,  $B>b$ ,  $D>d$  et  $E>e$ . Un mariage est réalisé entre un individu  $AaBbddee$  et  $aaBbDdEe$ .

**b)** Quelle est la probabilité qu'il naisse un descendant  $[abde]$ . Exprimer le résultat sous la forme d'une fraction.

Le chromosome II porte le gène B et le gène F. Considérons le croisement  $BF//bf \times BF//bf$ . La distance génétique séparant les 2 gènes est de 20 cM.

**c)** Quelle sera la proportion d'individus  $[bf]$  ?

### Exercice 2 :

Sachant qu'un couple constitué d'un homme de groupe sanguin A et d'une femme B a un premier enfant A, un deuxième A et enfin un troisième B, quelle était la probabilité que ces trois enfants apparaissent dans l'ordre indiqué ?

### Exercice 3 :

Considérons les gènes  $(A,a)$ ,  $(B,b)$ ,  $(D,d)$ ,  $(E,e)$  et  $(F,f)$ .

$(A,a)$ ,  $(B,b)$ ,  $(D,d)$  et  $(E,e)$  sont indépendants alors que  $(B,b)$  et  $(F,f)$  sont portés par le même chromosome.

Les allèles A, B, D, E et F sont respectivement dominants par rapport aux allèles a, b, d, e et f.

**a)** Quelle sera la proportion d'individus de phénotype  $[be]$  dans la descendance du croisement  $Be//bE \times Be//be$  ?

**b)** Quelle sera la proportion d'individus de phénotype  $[Bf]$  dans la descendance du croisement  $BF//bf \times BF//bf$  sachant que la distance génétique séparant les gènes  $(B,b)$  et  $(F,f)$  est de 20 cM? **c)**  $(F,f)$  exerce une épistasie dominante sur les gènes  $(A,a)$  et  $(D,d)$ .

Quelles proportions phénotypiques obtient-on dans la descendance du croisement :  $AaDdFf \times AaDdff$  ?

### Exercice 4 :

Une race de bovins présente deux phénotypes pour la couleur de la robe : noire ou rouge. Les individus porteurs de l'allèle dominant R de la paire d'allèle  $(R-r)$  ont une robe noire. On croise deux hétérozygotes Rr. Quelle est la probabilité que :

**a)** les deux premiers descendants soient rouges ?

**b)** le premier descendant soit une femelle noire ?

### Exercice 5 :

Chez la tomate, la coloration rouge (R) domine sur la coloration jaune (r) et la taille géante (G) domine sur la taille naine (g).

- a) Si les deux gènes occupent deux locus adjacents de la même paire de chromosomes, quels seront les rapports phénotypique et génotypique obtenus à partir d'un croisement entre deux plants à fruits rouges et à taille géante hétérozygotes (RG//rg) ?
- b) Si on suppose qu'il y a 15 % de recombinaison entre les 2 gènes, quelles sortes de gamètes seront produits par un double hétérozygote et dans quelles proportions ?

### Exercice 6 :

Chez les souris, un gène récessif est responsable d'une fourrure tachetée alors que son allèle dominant *S* est responsable d'une fourrure unie. Par ailleurs, les souris possédant le gène dominant *C* sont colorées alors que les souris de génotype *cc* sont albinos. Enfin, la coloration « noire » est due au gène dominant *B* et la coloration « marron » à son allèle récessif *b*. Le génotype *cc* est épistasique à la fois sur les loci *B* et *S*. Quelles seront les proportions phénotypiques parmi les descendants issus d'un croisement entre parents hétérozygotes aux trois loci ?

### Exercices 7 :

Un gène (E,e) qui inhibe la production de pigment, manifeste une épistasie dominante sur le locus (R,r) : Au génotype eeR- correspond un phénotype rouge et au génotype eerr un phénotype jaune.

- a) Dans un croisement entre deux souches pures, l'une blanche et l'autre rouge, tous les descendants F1 sont blancs, et en F2, on obtient les proportions suivantes : 75% Blanc, 18,75% rouge et 6,25% jaune. Quels étaient les génotypes des parents ?
- b) Si des individus jaunes sont croisés avec une souche pure blanche de génotype différent de celle de la question 1), quelles seront les proportions phénotypiques en F1 et en F2 ?
- c) Si parmi les descendants blancs F2 de la question 1), 32 ont le génotype EeRR, quel doit être le nombre d'individus dans chacune des 3 classes phénotypiques F2 ?

### Exercices 8 :

Dans quels rapports phénotypiques seraient les descendants d'un test-cross entre un dihybride et un individu doublement homozygote si le croisement entre deux dihybrides avait produit une F<sub>2</sub> structurée phénotypiquement en :

Proportions phénotypiques en F <sub>2</sub>	Proportions du test cross
(a) 9:3:3:1	a)
(b) 9:3:4	b)
(c) 12:3:1	c)
(d) 9:6:1	d)
(e) 9:7	e)
(f) 15:1	f)

### Exercices 9 :

Pour les croisements suivants, indiquez la probabilité d'obtenir le génotype indiqué pour la progéniture et donnez les proportions phénotypiques de la progéniture dans le cas d'une épistasie récessive de (A,a) sur (B,b).

Croisement	Progéniture	Probabilité	Proportions phénotypiques de la progéniture
Aabb x AaBb	Aabb		
AaBB x AaBb	aaBB		
AABb x aabb	AaBb		
AaBb x AaBb	aabb		
AAbb x aabb	Aabb		

### Exercice 10 :

Le daltonisme chez l'Homme est dû à un gène récessif lié au sexe : il s'exprime à l'état hémizygotique chez les hommes et à l'état homozygotique chez les femmes.

**a)** Si une femme dont la vue est normale a un père daltonien, quelle est la probabilité que ses fils soient daltoniens si elle épouse un homme dont la vision est normale ? **b)** Quels seraient les génotypes possibles de ses fils et de ses filles ?

La calvitie est contrôlée par un gène dont l'expression diffère selon le sexe : il est dominant chez les hommes et récessif chez les femmes.

Un homme hétérozygote daltonien et chauve se marie avec une femme ni chauve, ni daltonienne dont le père était daltonien mais non chauve et dont la mère était chauve, mais pas daltonienne. **c)** Quels seront les phénotypes de leurs fils et de leurs filles ?



### Exercice 11 :

Considérons simultanément deux caractères influencés par le sexe, soit la calvitie et la taille réduite de l'index. Ces deux caractères sont dominants chez l'homme et récessifs chez la femme.

Un homme hétérozygote pour le gène déterminant la calvitie et qui a des index normaux (longs), épouse une femme hétérozygote pour le locus gouvernant la taille de l'index et qui est chauve. Quels seront les phénotypes des enfants ?

### Exercice 12

Trois gènes sont situés sur un chromosome de la manière suivante :



Quels sont les types de gamètes produits par un individu de génotype  $a^+bc^+ // ab^+c$ , et en quelles proportions

a) si l'interférence est nulle ?

b) si  $C = 0,6$  ?

### Exercice 13 :

Un croisement entre une femelle hétérozygote pour 3 gènes liés au sexe et un mâle [STU], a donné la progéniture suivante :

3000 femelles [STU]

870 mâles [stU]

270 mâles [STU]

30 mâles [StU]

330 mâles [sTU]

a) Interpréter et faire la carte des 3 gènes.

b) Y-a-t-il une interférence sur le chromosome X ?

## Corrigé de TD de Génétique des Diploïdes

### Exercice 1 :

- 1)  $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^4 = 16$
- 2)  $1/2 \times 1/4 \times 1/2 \times 1/2 = 1/32$
- 3)  $40\% \times 40\% = 16\%$

### Exercice 2 :

Le couple ayant à la fois des enfants A et B, les parents A et B ne peuvent être que de génotype  $I^a i$  et  $I^b i$  respectivement.

Un tel couple  $I^a i$  et  $I^b i$  a  $1/4$  de chance d'avoir un enfant  $I^a i$  (groupe sanguin A),  $1/4$  de chance d'avoir un enfant  $I^b i$  (groupe sanguin B) et  $1/2$  de chance d'avoir un enfant  $I^a I^b$  (groupe sanguin AB).

La probabilité que les trois enfants apparaissent dans l'ordre indiqué est :  $1/4 \times 1/4 \times 1/4 = 1/64$ .

### Exercice 3 :

- a) Proportion d'individus de phénotype [be] dans la descendance du croisement  $Be/bE \times Be/be$  :  $1/4 \times 1/2 = 1/8$
- b)  $2 \times (40\% \times 10\%) + (10\% \times 10\%) = 9\%$
- c) Phénotype [F] :  $1/2$ . Phénotype [A,D] :  $9/32$ . Phénotype [A,d] :  $3/32$ . Phénotype [a,D] :  $3/32$ . Phénotype [a,d] :  $1/32$ .

### Exercice 4 :

Probabilité que :

a) les deux premiers descendants soient rouges ?	$1/4 \times 1/4 = 1/16$
b) le premier descendant soit une femelle noire ?	$1/2 \times 3/4 = 3/8$

### Exercice 5 :

a) Phénotypes : 3 rouges géantes : 1 jaune naine.

Génotypes : 1  $RG//RG$  : 2  $RG//rg$  : 1  $rg//rg$ .

b) Liaison en Cis : 42,5 %  $RG$  : 42,5 %  $rg$  : 7,5 %  $Rg$  : 7,5 %  $rG$ . Liaison en Trans : 42,5 %  $Rg$  : 42,5 %  $rG$  : 7,5 %  $RG$  : 7,5 %  $rg$

### Exercice 6 :

27 unis noirs, 9 tachetés noirs, 9 unis marrons, 3 tachetés marrons, 16 albinos

**Exercice 7 :**

- a) EErr x eeRR  
 b) F1 : 100% blanc, F2 : 12/16 blanc, 3/16 rouge, 1/16 jaune.  
 c) 16 jaunes, 48 rouges, 192 blancs.

**Exercice 8 :**

(a) 9:3:3:1	a) 1/1/1/1
(b) 9:3:4	b) 1/1/2
(c) 12:3:1	c) 2/1/1
(d) 9:6:1	d) 1/2/1
(e) 9:7	e) 1/3
(f) 15:1	f) 3/1

**Exercice 9 :**

Croisement	Progéniture	Probabilité	Proportions phénotypiques de la progéniture
Aabb X AaBb	Aabb	$1/2 \times 1/2 = 1/4$	1/4 [aa] 3/8 [AB] 3/8 [Ab]
AaBB X AaBb	aaBB	$1/4 \times 1/2 = 1/8$	1/4 [aa] 3/4 [AB]
AABb X aabb	AaBb	$1 \times 1/2 = 1/2$	1/2 [AB] 1/2 [Ab]
AaBb X AaBb	aabb	$1/4 \times 1/4 = 1/16$	9/16 [AB] 3/16 [Ab] 4/16 [aa]
AAbb X aabb	Aabb	$1 \times 1 = 1$	1 [Ab]

**Exercice 10 :**

- a) 50 %  
 b) Génotypes des fils : XDY , XdY  
 Génotypes des filles : XDxD , XDxD

c)

Phénotypes	Filles	Fils
Chauve, vue normale	1/8	3/8
Chauve, daltonien	1/8	3/8
Non chauve, vue normale	3/8	1/8
Non chauve, daltonien	3/8	1/8

**Exercice 11 :**

Garçons : 1/2 chauves et index court : 1/2 chauves et index long.

Filles : 1/2 chauves et index long : 1/2 non chauves et index long.

**Exercice 12 :**

**Types de gamètes possibles :**

Trois loci sont ici considérés. Des crossings-over peuvent donc avoir lieu entre a et b, entre b et c ou les deux ; on identifie donc 4 paires de gamètes possibles.

a) Une interférence nulle signifie que la proportion de double crossing-over observés sera égale à celle attendue d'après la distance entre les loci.

$$\begin{array}{l} \text{pas de CO} \begin{bmatrix} a^+b^+c^+ \\ a b^+c \end{bmatrix} P \\ \text{CO}_{ab} \begin{bmatrix} a^+b^+c \\ a b c^+ \end{bmatrix} X \\ \text{CO}_{ab} \text{ et CO}_{bc} \begin{bmatrix} a^+b^+c^+ \\ a b c \end{bmatrix} Z \\ \text{CO}_{bc} \begin{bmatrix} a^+b^+c \\ a b^+c^+ \end{bmatrix} Y \end{array}$$

La distance entre les loci donne en pourcent la probabilité de crossing-over : on sait donc que

$X + Z = 0,1$	Et que...	$Y + Z = 0,15$
---------------	-----------	----------------

Z est la probabilité d'avoir un double crossing-over, et est donc égal au produit des probabilités individuelles de crossings-over dans les segments :

$$Z = 0,1 * 0,15 = 0,015$$

En résolvant le système d'équations obtenu précédemment on trouve les valeurs de X, Y, Z et P dont découlent les probabilités des gamètes.

$$\begin{array}{l} X = 0,085 \\ Y = 0,135 \\ Z = 0,015 \\ P = 0,765 \end{array}$$

	probabilité
$X = 0,085$ → $a^+b^+c$	0,0425
→ $a b c^+$	0,0425
$Y = 0,135$ → $a^+b^+c^+$	0,0675
→ $a b^+c^+$	0,0675
$Z = 0,015$ → $a^+b^+c^+$	0,0075
→ $a b c$	0,0075
$P = 0,765$ → $a^+b^+c$	0,3825
→ $a b^+c$	0,3825

**b)** Si la coïncidence  $C = 0,6$ .

La proportion de double crossing-over observés  $Z = C \times$  Proportion de double crossing-over théorique

$$Z = 0,6 \times (0,1 \times 0,15) = 0,009$$

$$X = 0,1 - Z = 0,091$$

$$Y = 0,15 - Z = 0,141$$

$$P = 1 - (X + Y + Z) = 0,753$$

	probabilité
$X = 0,091$	$a^+b^+c$ 0,0455
	$a b c^+$ 0,0455
$Y = 0,141$	$a^+b c$ 0,0705
	$a b^+c$ 0,0705
$Z = 0,009$	$a^+b^+c^+$ 0,0045
$P = 0,753$	$a b c$ 0,0045
	$a^+b c^+$ 0,3765
	$a b^+c$ 0,3765

**Exercice 13 :**

Le croisement	Femelle SsTtUu	x	mâle STU	donne la descendance :
3000 femelles [STU]	870 mâles [stU]			
	270 mâles [STU]			
	30 mâles [StU]			
	330 mâles [sTU]			

**a)** On observe dans la progéniture que :

- Toutes les ♀ obtenues sont de type sauvage alors que les mâles montrent quatre phénotypes (récessifs et sauvage).
  - Il y a deux femelles pour un mâle.
  - Un gène mutant récessif ne s'exprime pas chez les mâles, réduisant ainsi le nombre de classes phénotypiques à 4 et le nombre de mâles à la moitié du nombre de femelles.
- Il s'agit donc d'un gène létal récessif lié à l'X. Puisque la moitié de chacune des 4 classes phénotypiques de la progéniture mâle a été éliminée (gène létal à l'état hémizygote). On peut calculer les distances entre gènes à partir des effectifs restants. [stU] phénotype le plus fréquent, ce qui montre que le génotype de la mère est : stU//STu [StU] phénotype le moins fréquent, ce qui montre que le gène (S,s) est situé au milieu. Le génotype de la mère est donc : tsU//Tsu.

Distance entre (T,t) et (S,s) =  $(330+30)/1500 = 24$  cM  
 Distance entre (S,s) et (U,u) =  $(270+30)/1500 = 20$  cM  
 Donc Distance entre (T,t) et (U,u) =  $24 + 20 = 44$  cM

**b)** % dco observé =  $(30/1500) \times 100 = 2\%$   
 % dco théorique =  $20\% \times 24\% = 4,8\%$   
 $C = 2 / 4,8$   
 $I = 1 - C = 1 - 2/4,8 = (4,8 - 2) / 4,8 = 2,8/4,8 = 0,5833 = 58,33\%$