

Partie 2.2 : enseignement de spécialité (5 points) Des débuts de la génétique aux enjeux actuels des biotechnologies

On s'intéresse à une étape essentielle de l'histoire de la génétique : la liaison entre la génétique mendélienne et la cytologie. (étude des cellules)

Exploitez les documents et mettez-les en relation pour montrer que :

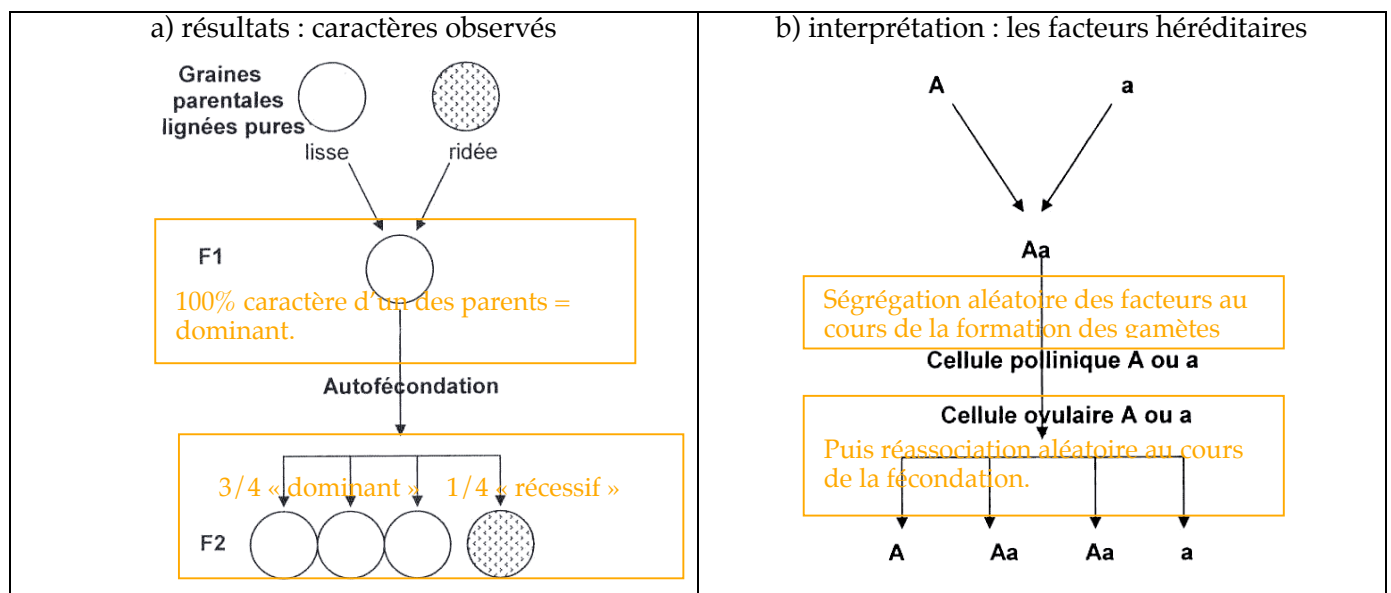
- Les résultats de certains croisements réalisés par Morgan et son équipe contredisent un des principes énoncés par Mendel et/ou ses prédécesseurs;
- Les observations cytologiques réalisées par Stevens et Wilson ont permis à Morgan et à son équipe l'interprétation des résultats de ces croisements dans le cadre de la théorie chromosomique de l'hérédité.

Document 1 : quelques repères chronologiques en hérédité et biologie cellulaire.

Dates	Travaux	Théorie et principes
Avant 1865	Hybridation chez les végétaux	Principe d'uniformité des hybrides de F1
1865 - 1869	Travaux de Mendel : Nombreuses hybridations chez le Pois	Théorie particulière de l'hérédité. Principes de Mendel : pureté des gamètes
1879 - 1882	Travaux de Fleming : Découverte des chromosomes et observation de leur comportement au cours du cycle cellulaire .	
1885 - 1903	Travaux de Montgomery, Sutton et Boveri : Observation du comportement des chromosomes au cours de la méiose.	
1903	Travaux de Sutton sur la sauterelle	Théorie chromosomique de l'hérédité.
1910	Travaux de Morgan sur la Drosophile	Confirmation de la théorie chromosomique de l'hérédité

Saisie	Connaissances + Interprétation
<p>Document de référence qui permet d'établir des références historiques au cours de l'exploitation des documents. Les travaux de Mendel ont permis, grâce à la mise en œuvre d'une méthode rigoureuse, de confirmer et de préciser certains travaux précédents, jettant les bases d'une discipline nouvelle : la génétique. L'établissement des « lois de Mendel » a permis d'expliquer la transmission de nombreux caractères héréditaires. Mais les découvertes de Morgan semblent réfuter certaines de ces lois et ce sont les progrès dans l'observation des cellules, la compréhension de certains mécanismes cellulaires (concernant les chromosomes notamment) qui permettront d'interpréter ces résultats dans le cadre des résultats mendéliens.</p>	

Document 2 : résultats et interprétation par Mendel de croisements chez le Pois (entre 1854 et 1863)



Saisie	Connaissances + Interprétation									
<p>Ce document nous présente une partie des travaux de Mendel et de son interprétation. Il réalise des croisements chez le pois c'est à dire des plants à graines lisses X à graines ridées.</p> <p>-Il obtient en F1 100% de pois à graines lisses, un des 2 caractères présents chez les parents.</p> <p>- En F2 il obtient 3/4 de lisse (dominant) et 1/4 ridé,</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Parents</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">Aa</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a</td> <td style="text-align: center;">Aa</td> <td style="text-align: center;">a</td> </tr> </table> <p>$1/4a + 1/2 Aa + 1/4 a$ NB : Mendel ne fait aucune différence entre phénotype et génotype.</p>	Parents	A	a	A	A	Aa	a	Aa	a	<p>- La F1 est homogène, en accord avec les résultats obtenus par ses prédécesseurs (avant 1865), la génération F1 n'a pas les caractères des parents mélangés, ce qui est en désaccord avec la théorie de l'hérédité par mélange en vigueur à son époque.</p> <p>-Mendel en conclut que le caractère lisse est dominant par rapport à ridé</p> <p>- Il en conclut que le caractère ridé n'a pas disparu mais qu'il est présent chez les F1.</p> <p>- Ainsi Mendel interprète ses résultats en considérant l'existence de facteurs héréditaires qu'il nomme avec des lettres A (caractère dominant) et a (caractère récessif). Les parents du premier croisement produisent soit A et a (étant de lignée pure) et la génération F1 possède A et a. Les F1 vont produire deux type de gamètes soit A soit a ainsi les facteurs héréditaires se séparent et les gamètes n'ont qu'un seul facteur = (loi de ségrégation aléatoire des facteurs au cours de la formation des gamètes puis réassociation au hasard au cours de la fécondation).</p>
Parents	A	a								
A	A	Aa								
a	Aa	a								

Document 3 : croisements réalisés par Morgan et son équipe entre deux souches pures de Drosophiles qui diffèrent par un caractère : la couleur de l'œil.

Parents	Drosophiles mâles aux yeux blancs x Femelles aux yeux rouges
F1: première génération fille	Drosophiles femelles aux yeux rouges Drosophiles mâles aux yeux rouges = 100% yeux rouges
F2 = F1 x F1 deuxième génération fille	25% Drosophiles mâles aux yeux rouges 50% Drosophiles femelles aux yeux rouges = 3/4 [rouges] 25% Drosophiles femelles aux yeux blancs = 1/4 [blanc]

1er croisement

Parents	Drosophiles mâles aux yeux rouges x Femelles aux yeux blancs (=croisement symétrique)
F1: première génération fille	Drosophiles femelles aux yeux rouges Drosophiles mâles aux yeux blancs
F2 = F1 x F1 deuxième génération fille	25% Drosophiles femelles aux yeux rouges 25% Drosophiles mâles aux yeux rouges 25% Drosophiles femelles aux yeux blancs 25% Drosophiles mâles aux yeux blancs

2ème croisement

Saisie	Connaissances + Interprétation
<p>Ce document présente une partie des travaux de Morgan (1910) où il effectue une série de croisements chez la drosophile et il voulait étudier l'hérédité d'une mutation (= apparition des yeux blancs) survenue dans un élevage.</p> <p>Il croise des drosophiles aux yeux blancs (mâle) avec des drosophiles aux yeux rouges (femelle), -Il obtient 100 % de drosophiles aux yeux rouges</p> <p>Il croise les F1 entre elles, - Il obtient des drosophiles aux yeux rouges(3/4) et blancs (1/4) - Mais en examinant le sexe des individus, il n'obtient pas de femelles aux yeux blancs.</p> <p>En croisant des femelles aux yeux blancs et des mâles aux yeux rouges de lignée pure - Il obtient des drosophiles aux yeux rouges (femelles) et des drosophiles aux yeux blancs (mâles). Il croise les F1 entre elles, - Il obtient 50% d'yeux rouges : 1/2 mâles , 1/2 femelles 50% d'yeux blancs : 1/2 mâles 1/2 femelles.</p>	<p>- La F1 est homogène en accord avec les résultats de Mendel, le caractère rouge est dominant.</p> <p>- Les résultats sont en accord avec les résultats de Mendel ; - Cependant il note qu'il semble y avoir une relation entre la transmission du caractère et le sexe et Il suppose une interaction entre le déterminisme du sexe et la couleur des yeux.</p> <p>En réalisant le croisement inverse afin de vérifier cette hypothèse. - Les résultats ne sont pas en accord avec Mendel : F1 hétérogène : Cela confirme l'interaction entre le déterminisme du sexe et la couleur des yeux.</p> <p>F2 ≠ des résultats de Mendel.</p>
<p>Morgan va bénéficier des travaux sur le comportement des chromosomes au cours de la méiose qui lui ont permis d'émettre l'hypothèse selon laquelle les facteurs héréditaires mendéliens ont un support matériel : les chromosomes. La disjonction aléatoire des chromosomes homologues au cours de la méiose puis leur réassociation aléatoire au cours de la fécondation s'accorde parfaitement avec les lois de Mendel. Les résultats inattendus obtenus par Mendel vont en fait permettre de confirmer cette théorie « chromosomique de l'hérédité »</p>	

Document 3 : Observation cytologique réalisée pour la première fois en 1905 par Stevens et Wilson : caryotype d'une Drosophile femelle et caryotype d'une Drosophile mâle.

Saisie	Connaissances + Interprétation																				
<p>Le caryotype de la drosophile comporte 8 chromosomes : (4 paires)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 paires d'autosomes : chromosomes homologues. - 1 paires d'hétérosomes différents selon le sexe et qui détermine celui-ci = gonosomes 	<p>Si il existe un lien entre déterminisme du sexe et couleur des yeux cela peut être dû à la localisation chromosomique de ce facteur héréditaire sur les chromosomes sexuels.</p> <p>Interprétons les croisements au regard de cette théorie :</p> <p>C1 On notera : w pour white, R pour Rouge</p> <p>Mâle aux yeux blancs X femelles aux yeux rouges</p> <p style="text-align: center;">Xw Y X XR XR</p> <p>F1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: none;">Femelle</td> <td style="border: none;">Mâle</td> <td style="border: none;">Xw</td> <td style="border: none;">Y</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">XR</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">XR Y</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">XR</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Xw XR</td> <td style="border: none;">XR Y</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">F1</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">Femelles aux yeux rouges</td> <td style="border: none;">Mâles aux yeux rouges</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="border: none; text-align: center;">100% rouge</td> </tr> </table> <p>F2 :</p> <p style="text-align: center;">Xw XR X XR Y</p>	Femelle	Mâle	Xw	Y	XR			XR Y	XR		Xw XR	XR Y	F1		Femelles aux yeux rouges	Mâles aux yeux rouges	100% rouge			
Femelle	Mâle	Xw	Y																		
XR			XR Y																		
XR		Xw XR	XR Y																		
F1		Femelles aux yeux rouges	Mâles aux yeux rouges																		
100% rouge																					

	Femelle Mâle	XR	Y		
	Xw	XwXR	Xw Y		
	XR	XR XR	XR Y		
	F2	Femelles aux yeux rouges	50% mâles aux yeux rouges	50% Mâles aux yeux blancs	
		3/4 rouges		1/4 blancs	
C2 : Mâle aux yeux rouges X femelles aux yeux blancs XR Y X Xw Xw					
F1					
	Femelle Mâle	XR	Y		
	Xw	XwXR	Xw Y		
	Xw	Xw XR	Xw Y		
	F1	50%rouges	50% blancs		
F2 :					
	Femelle Mâle	Xw	Y		
	XR	XwXR	XR Y		
	Xw	Xw Xw	Xw Y		
	F2	25% rouges	25% blancs	25 % rouges	25% blancs
<p>Le facteur héréditaire, que Morgan nommera gène, est bien une portion de chromosome, il suit le comportement de celui-ci au cours des événements de la reproduction. Le lien entre la transmission de la couleur des yeux et le déterminisme chromosomique du sexe a permis à Morgan de confirmer la théorie chromosomique de l'hérédité.</p>					

Mise en relation :

La théorie de l'hérédité particulière est présentée par Mendel (entre 1854 et 1863), nous avons établi à partir du document 2 que Mendel considérait que les caractères étaient liés à l'existence de facteurs héréditaires qui pouvait exister sous différentes versions (appelés par des lettres A a) transmis de génération en génération. Les parents produisent des gamètes renfermant un seul facteur à l'origine du caractère soit A ou a, il considère que les gamètes sont purs (loi de pureté des gamètes). Certains caractères peuvent être masqués par d'autres quand ils sont réunis (ex : lisse masque ridé), ainsi il existe des caractères dominants et récessifs. Il considère les facteurs héréditaires comme des particules, ainsi il appellera sa théorie : la théorie de l'hérédité particulière. Il émet des lois qui se vérifient dans la majorité des études menées. Sa théorie sera rejetée faute d'expliquer la réalité physique de ces particules ainsi que leur localisation.

A la fin du 19^{ème} siècle : des découvertes importantes vont être faites notamment la mise en évidence des chromosomes, leur distribution lors de la méiose et le rôle des chromosomes sexuels dans le déterminisme du sexe. En 1902 Sutton va émettre l'hypothèse suivante à la suite des observations des chromosomes lors de la méiose : il considère que les chromosomes constituent la réalité physique de la loi mendélienne. Théorie chromosomique de l'hérédité.(doc4)

Les travaux de Morgan vont permettre de confirmer cette théorie. Comme nous avons pu l'établir dans le document 2 : Morgan considère qu'il existe une interaction entre la couleur des yeux des drosophiles et le déterminisme du sexe. Il suppose que les facteurs héréditaires responsables de la couleur des yeux (= les particules de Mendel) sont sur les chromosomes sexuels. Ainsi, des résultats a priori en désaccord avec les lois de Mendel ont pu être interprétés dans le cadre de la théorie chromosomique.