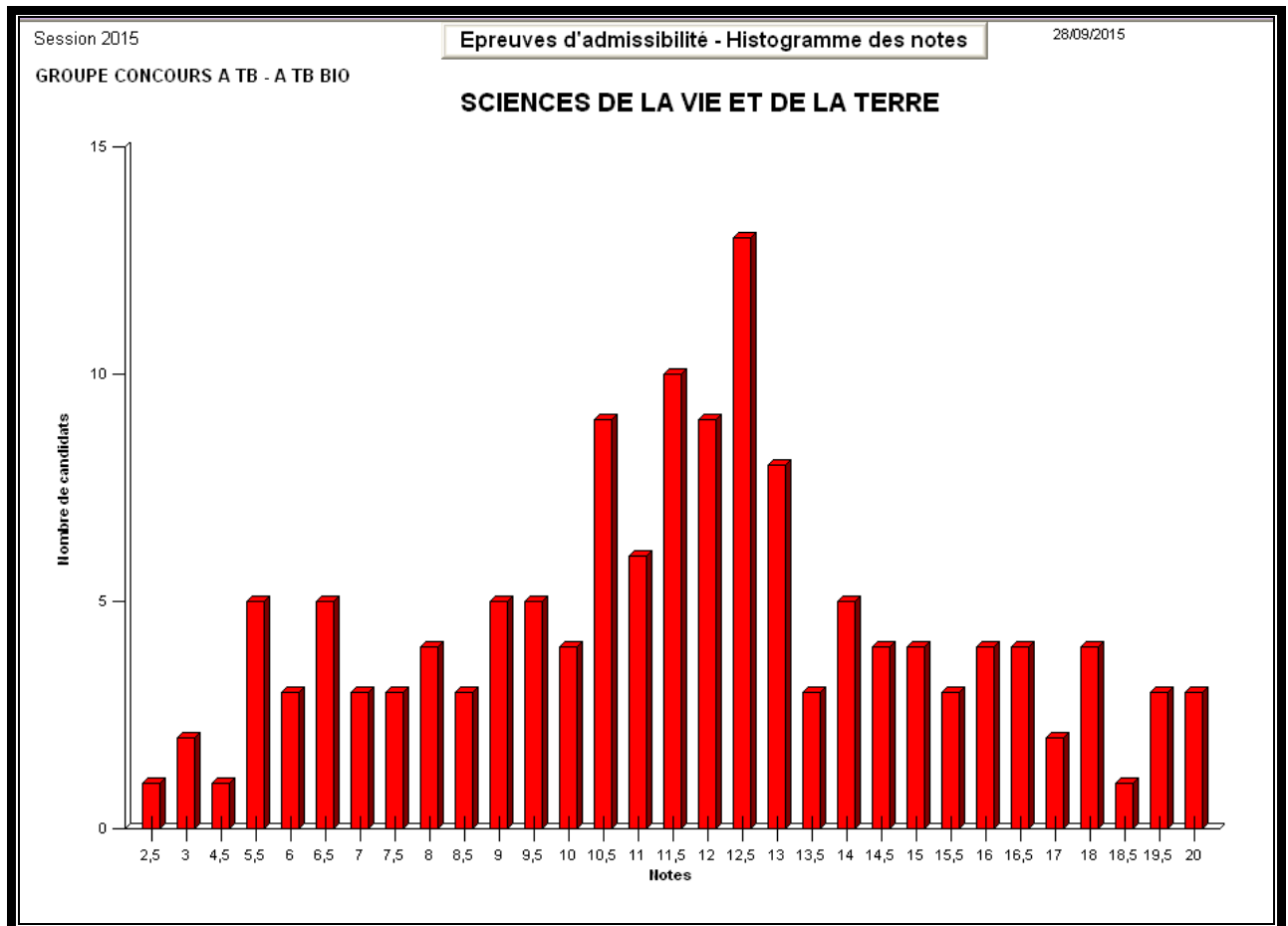


Épreuve écrite de Sciences de la Vie et de la Terre

Concours	Nb.cand	Moyenne	Ecart type	Note la plus basse	Note la plus haute
TB BIO	139	11,7	3,8	2,5	20
TB ENV	78	11,7	3,7	3,0	20
POLYTECH TB	129	11,8	3,9	2,5	20



I. L'épreuve : présentation générale et notation

Le sujet amenait à travailler sur les parois végétales - leur composition et leur évolution - ainsi que sur les applications issues de leur connaissance, tant en biotechnologie qu'en agroalimentaire.

L'épreuve comprenait trois parties indépendantes. Elle permettait d'évaluer les capacités des candidats à analyser des documents et à en proposer une interprétation. Ce travail devait s'appuyer sur des connaissances et solliciter la capacité à mettre en relation différents apports afin de construire une synthèse, notamment pour les parties 2 et 3. Ni introduction, ni conclusion générales n'étaient attendues.

La notation a pris en compte l'étude des différents documents - guidés ou non par des questions - en s'appuyant sur l'évaluation des capacités mises en œuvre.

Ces compétences sont regroupées en 5 items :

A. Extraire des informations : hiérarchisation, comparaison au témoin, écarts-types...

On évalue dans cet item les capacités d'analyse développées par les candidats. L'analyse attendue doit être concise mais précise, reposant sur l'analyse préalable des témoins et la prise en compte de la significativité des résultats.

B. Identifier un problème, le résoudre (connaissances, argumentation, liens de causalité), proposer une conclusion / hypothèse

Cette capacité correspond à la mise en œuvre d'un raisonnement permettant, à partir des analyses effectuées au point précédent, d'aboutir à une conclusion et/ou une (des) hypothèse(s) explicative(s). La logique du raisonnement et la pertinence des interprétations sont des points essentiels notés ici.

C. Réaliser un schéma, un dessin d'interprétation

Les schémas-bilan et dessins d'interprétation sont explicitement demandés dans les énoncés. On teste ici la capacité des élèves à rassembler des informations et les traduire sous forme graphique. Il ne s'agit en rien ici de plaquer un schéma / dessin issu du cours. Les schémas et dessins se doivent d'être explicites, de grande taille et légendés de façon adaptée.

D. Communication : qualité de l'expression (syntaxe, orthographe, précision, concision), soin / présentation

La forme du devoir est le point pris en compte dans cet item : capacité du candidat à présenter des idées en utilisant un vocabulaire précis et en soignant la syntaxe et l'orthographe ; soin apporté à la copie.

E. Relier les documents entre eux, donner un sens global

On teste ici la capacité des candidats à relier entre elles les informations tirées des documents pour dégager une logique globale. Il s'agit de montrer la progression du raisonnement d'un document à l'autre et l'insertion de ces documents dans une problématique plus large.

	Rappel du contenu	A	B	C	Total
Q2	Schéma avec figurés explicites. Légendes : parenchyme, protoxylème, X II, cambium, P II, épiderme (moelle, cortex)	1	0	2	0
2.1.A	Expression : destruction de l'ARNm par l'ARNi, sauf pour les lignées 5 et 9. Activité : lien avec le niveau d'expression du gène. Rem : 2 et 3 n'ont pas d'ARNm mais ont une activité enzymatique Ccl : les lignées 2 et 3 synthétisent sans doute moins de lignine.	1	2	0	0
2.1.B	Confirmation lignées 2 et 3 synthétisent moins de lignine, la 5 en synthétise 2 fois plus. Ccl : qté ARNm -> activité enzymatique COMT -> quantité de lignine	1	2	0	0

Extrait de la grille de notation

Les cases grises indiquent le nombre maximal de points pouvant être obtenus.

I. Observations générales

Dans le premier thème, les candidats devaient étudier l'évolution de la structure du végétal au cours du temps, ainsi que l'évolution de la composition pariétale. Cette partie, extrêmement guidée car constituée d'une succession de questions précises, impliquait un apport de connaissances important ainsi qu'un savoir technique précis.

Elle a été rarement réussie, seuls de rares candidats maîtrisant les notions de méristème secondaire et de croissance en épaisseur, ou encore sachant réaliser un schéma d'interprétation à partir d'une coupe histologique. En outre, de nombreuses confusions d'échelle ont été relevées, l'épaississement de la tige étant souvent confondu avec l'épaississement et la lignification de la paroi des cellules.

Le deuxième et le troisième thème laissaient plus de liberté d'organisation et de structuration aux candidats. Brièvement, le deuxième thème abordait les voies de manipulations génétiques visant à prouver (i) que l'on peut réduire sans dommage visible la synthèse de lignine et (ii) que la présence et l'abondance de lignine constituent un frein à la synthèse d'éthanol par fermentation. La troisième partie, dans le même esprit, visait à comprendre au travers de plusieurs expériences l'origine de la différence des textures et l'évolution de celles-ci au cours du temps pour deux variétés de pommes.

Le thème 2 a été abordé par la quasi-totalité des candidats, et dans l'ensemble bien traité. Le jury a noté une réelle application des candidats à utiliser les témoins et réaliser des analyses rigoureuses. Cependant, de trop nombreuses copies présentent une réelle faiblesse en termes de qualité et de pertinence d'interprétation. L'absence ou la faible précision des bilans partiels correspondant à chaque document conduisent à un manque de cohérence global des copies, la progression du raisonnement étant alors peu visible. Le jury regrette par ailleurs qu'une partie des candidats ayant couvert l'ensemble du thème n'ait pas réalisé de bilan général, alors que celui-ci était explicitement demandé.

Le thème 3, au sein duquel les documents étaient peut-être moins classiques, a été plus rarement abordé. Les candidats l'ayant traité ont cependant obtenu de bons résultats. Le jury a noté des difficultés récurrentes dans les copies pour décrire une structure ou une photographie en utilisant un vocabulaire simple mais approprié (par exemple, paroi primaire et lamelle moyenne pour décrire la paroi végétale).

D'une façon générale, la faiblesse des notes obtenues par certains candidats a tenu essentiellement au très faible niveau des interprétations dans ces deux thèmes. Des candidats se sont néanmoins dégagés lorsqu'ils avaient montré une vision et une compréhension globales, appuyées sur des raisonnements rigoureux. **Les parties 2 et 3 ont donc permis de discerner les candidats capables de réaliser un raisonnement scientifique logique et de lire convenablement des documents proposés.**

II. Résultats obtenus

Une analyse plus fine des notes selon l'axe des compétences donne les résultats suivants en % du nombre de points pouvant être obtenus :

Compétence A	54 %
Compétence B	35 %
Compétence C	24 %
Compétence D	68 %
Compétence E	65 %

Ceci permet de conforter le ressenti. Les candidats savent lire un document, l'analyser, y trouver des informations. En termes d'analyse, le jury a noté un effort certain de rigueur, d'utilisation des témoins et de prise en compte des barres d'erreur par les candidats, même si certains d'entre eux s'attachent à voir à tout prix des variations.

Pour ce qui concerne l'aptitude à interpréter, à rapprocher ces informations de leurs connaissances et des modèles appris, la performance est beaucoup moins bonne. Un effort de préparation sur ce point permettrait certainement d'améliorer sensiblement les résultats de candidats, dans un sens attendu par les écoles.

Les copies sont en revanche généralement très bien présentées. Le jury a relevé des efforts de nombreux candidats pour aérer leur copie et éventuellement souligner les termes importants.

La qualité rédactionnelle est en revanche extrêmement variable selon les copies, et moyennement satisfaisante. De nombreux candidats négligent fortement l'orthographe et sont handicapés par un manque de rigueur rédactionnelle. Les candidats doivent disposer et user d'un vocabulaire adapté et précis acquis lors de leur cursus.

Le jury recommande en outre aux candidats de bien gérer leur temps et leurs efforts. Dans nombre de copies, l'un des thèmes est bien traité, mais avec des analyses et des interprétations exagérément développées. Les thèmes restants sont alors survolés voire non traités. En étant plus concis dès le début et en maintenant une certaine qualité de réflexion tout au long du devoir, ces candidats auraient pu mieux réussir l'épreuve.

Dans le même ordre d'idée, la rédaction concise ne désavantage pas le candidat. Le maximum des points est acquis dès lors qu'une analyse rigoureuse (ce qui ne veut pas dire forcément exhaustive ou absolument complète) est explicitement associée à une interprétation ou un bilan partiel permettant de faire avancer l'investigation.

Aussi, les rares candidats qui composent leur copie avec introduction, plan structuré, et documents intégrés perdent du temps, tout comme les candidats rédigeant en appliquant de façon répétitive une méthode systématique : protocole, description des résultats, interprétation, conclusion, critique. Pour ce dernier exemple, nous notons que les candidats procédant ainsi ne hiérarchisent ni leurs idées ni les résultats présentés. Ceci aboutit à un défaut de synthèse générale dans les thèmes 2 et 3.

III. Quelques précisions sur les attendus

Il ne s'agit pas de fournir un « corrigé », mais simplement d'indiquer les éléments de base qui pouvaient être attendus à partir de chaque ensemble documentaire fourni.

PARTIE 1 : Croissance et parois végétales

Q1) Était attendu ici un croquis légendé permettant de montrer les zones de croissance du végétal. Le croquis se devait de représenter un ou plusieurs des plants de la photographie, et non être un schéma tiré du cours et juste appliqué à la question. Nous noterons en particulier que l'appareil racinaire n'était pas visible ici.

Légendes possibles : méristème apical caulinaire (ou apex caulinaire), nœuds, entre-nœuds, feuilles opposées puis alternes, tige, en soulignant par exemple celles correspondant aux zones d'élongation.

Q2) Le schéma d'interprétation attendu était limité à la zone encadrée de rouge. Du centre vers la périphérie, on pouvait observer le parenchyme médullaire, le xylème secondaire, le cambium, le phloème secondaire, l'écorce et l'épiderme. Les xylèmes et phloèmes primaires étaient peu visibles, mais leur représentation -si elle avait lieu- se devait d'être cohérente avec la position des autres tissus.

L'utilisation des figurés conventionnels pour les tissus n'était pas exigée du moment que les légendes étaient présentes.

Q3) Le cambium est un méristème secondaire. Mis en place au sein (cambium intrafasciculaire) ou entre (cambium interfasciculaire) des faisceaux conducteurs, entre le xylème primaire et le phloème primaire, il fonctionne de façon bidirectionnelle, repoussant le xylème vers le centre de la tige et le phloème vers sa périphérie.

Le cambium est une assise de cellules méristématiques de grande taille subissant plusieurs types de divisions : divisions périclines produisant des files de cellules, divisions anticlines permettant d'accommoder l'augmentation de diamètre de la tige, et divisions transversales. Les divisions périclines produisent des cellules du xylème II (bois) sur la face interne et des cellules du phloème II (liber) sur la face externe.

Le fonctionnement du cambium est asymétrique : le bois est plus abondant que le liber. En outre, il n'est pas continu : stoppé en hiver, il produit des vaisseaux de grand diamètre au printemps et de faible diamètre en été, à l'origine des cernes du bois.

Q4) On utilise ici deux techniques de détection des composés de la paroi végétale. Une méthode chimique (phloroglucinol-HCl) aboutissant à une coloration des polyphénols, donc mettant en évidence les parois lignifiées des cellules du xylème I et II.

La seconde méthode est immunohistochimique : des anticorps dirigés spécifiquement contre les hémicelluloses sont couplés à des fluorochromes. La coloration met en évidence la localisation des anticorps fixés à leur ligand, donc les parois épaissies, riche en hémicellulose.

Sur l'ensemble des photographies, les régions lignifiées et riches en hémicellulose semblent correspondre. Il s'agit essentiellement du xylème primaire (photographie A) et du xylème secondaire (photographies B à D). Le xylème secondaire issu du cambium est le tissu permettant l'accroissement du diamètre de la tige de saule de la photographie B à la photographie D. L'épaississement et la lignification des parois des cellules de ce tissu sont associés à la double fonction de soutien et de conduction de ce dernier. Avec l'augmentation de taille du végétal, la résistance des parois cellulaires est augmentée.

Q5) Parmi les techniques d'étude du transcriptome, on pouvait citer la RT-PCR, les puces à ADN, ou encore le Northern-Blot. Une explication, brève mais précise, de la technique citée était attendue.

Q6) Sur ce document, il fallait noter que l'augmentation de la cellulose était très importante au départ (2 premières semaines) puis semblait se stabiliser. On peut relier cette augmentation à l'implication de la cellulose dans l'élaboration des parois primaires (augmentation du nombre de cellules du végétal).

L'accroissement de la quantité de xyloanes et de lignine est quant à elle plus linéaire. Ces deux composés sont impliqués dans l'élaboration des parois secondaires et dans leur lignification. Ce processus concerne principalement les cellules du xylème secondaire (document 1.3).

PARTIE 2

Doc 2.1A

On pouvait citer la piste EFL1A de l'électrophorèse comme un témoin : témoin de charge et témoin de la PCR. L'absence de bande en pistes 2 et 3 indique la destruction de l'ARNm du gène COMT par l'ARNi ajouté. Pour la lignée 5, seule une partie des ARNm a été détruite. La manipulation génétique n'a eu aucun effet dans le cas 9, identique au témoin.

En toute logique, la destruction des ARNm des lignées 2 et 3 a une répercussion directe sur

l'activité de l'enzyme COMT : 3 fois plus faible que pour le témoin. La destruction des ARNm a donc diminué le pool d'enzymes COMT. La lignée 5 présente une quantité significativement plus faible que celle du témoin, mais plus élevée que les lignées 2 et 3, tandis que la lignée 9 en présente autant que le témoin.

La manipulation, via la destruction des ARNm de COMT, permet donc de limiter le stock d'enzymes. On s'attend à ce que la production de lignine par les lignées 2 et 3 (et 5 dans une moindre mesure) soit plus faible que chez le témoin.

Doc 2.1B

La mesure de la quantité de lignine des différentes lignées permet de confirmer l'hypothèse précédente : jusqu'à presque 3 fois moins de lignine chez les lignées 2 et 3.

En revanche, le port des végétaux et la biomasse ne sont pas significativement différents d'une lignée à l'autre. On peut donc faire l'hypothèse que la plus faible quantité de lignine est compensée par la production d'autres composés pariétaux.

La manipulation génétique est donc particulièrement intéressante car elle diminue la quantité de lignine à biomasse équivalente.

Doc 2.2A

L'ubiquitine sert ici uniquement à quantifier. Par rapport au témoin, la quantité d'ARNm M γ B est significativement plus élevée dans les lignées transgéniques.

La manipulation effectuée a donc provoqué la surexpression du gène M γ B chez les quatre lignées A à D.

Doc 2.2B

Les documents pouvaient ici aisément être collés et légendés. Le plant de la lignée 1B présente une coloration moins intense des parois des cellules au sein des faisceaux conducteurs ainsi qu'au niveau du xylème de la zone corticale.

La surexpression du gène M γ B aboutit donc à une plus faible production de lignine : on peut faire l'hypothèse que la protéine M γ B inhibe l'expression du gène COMT, ou inhibe l'enzyme elle-même.

Doc 2.2C

Ce document permet de répondre aux questions posées à l'issue du document 2.2B. La lignée 1B surexprimant M γ B présente une quantité d'ARNm COMT deux fois plus faible : la protéine M γ B réprime donc l'expression du gène COMT, ce qui limite la synthèse de lignine.

Doc 2.3A

Quelle que soit la manipulation génétique effectuée, celle-ci a pour conséquence une augmentation de la production d'éthanol. Les lignées étudiées produisant moins de lignine, on peut supposer que la présence de lignine limite la production d'éthanol.

Doc 2.3B

Les lignées exprimant le gène M γ B sont prises comme exemple : plus la production de M γ B est importante (donc moins il y a de lignine), plus la production d'éthanol est importante. La relation entre les deux grandeurs est linéaire. On confirme donc ici que la lignine inhibe la production d'éthanol et que l'effet est dose-dépendant.

Doc 2.4

Ce document permet de comprendre comment la lignine inhibe la synthèse d'éthanol. Les produits de son hydrolyse induisent une diminution de la quantité de glucose formé, la

vanilline semblant avoir l'effet majoritaire. Ces produits sont donc des inhibiteurs de la cellulase produisant le glucose à partir de la cellulose des parois végétales. Ce n'est donc pas la lignine qui inhibe la formation d'éthanol, mais les produits de son hydrolyse.

Bilan

L'hydrolyse de la lignine des parois végétales produit de la vanilline et du 4-hydroxybenzaldéhyde, inhibiteurs de la cellulase. La présence de lignine, donc de ses produits d'hydrolyse, rend donc la digestion de la biomasse moins efficace. Une plus faible production de glucose aboutit alors à une moindre production d'éthanol lors de la fermentation.

Limiter la quantité de lignine permet de diminuer cet effet et d'obtenir de meilleurs rendements, à biomasse et qualité des plants égales. L'une des possibilités pour ce faire est de diminuer la quantité d'ARNm de l'enzyme COMT, par ARNi ou en réprimant le gène.

PARTIE 3

Doc 3.1

On pouvait ici décrire les différents graphes, mais l'essentiel était de remarquer qu'il n'y avait pas de différence significative entre les deux variétés de fruits, les barres d'erreur se chevauchant sur les graphes. La moindre fermeté des pommes Royal Gala ne peut donc s'expliquer, ni par une masse sèche différente, ni par une production d'éthylène différente.

Doc. 3.2

Les clichés de microscopie électronique permettaient d'observer dans un premier temps une augmentation de la taille des cellules entre les stades jeune fruit et fruit mature. Augmentation à relier avec l'accroissement de masse des deux types de fruits sans augmentation de la masse sèche, donc à une auxèse.

La variété Scifresh présente sinon des cellules de taille légèrement plus élevée que la variété Royal Gala, et qui semblent plus cohésives aux deux stades photographiés.

Doc. 3.3A

Les photographies permettent de confirmer ce qui a été précédemment décrit : sous l'effet d'une traction, les cellules de la pomme Royal Gala sont dissociées les unes des autres, mais restent entières. Il existe donc une zone de fragilité située entre les cellules, au niveau de la paroi végétale.

Les cellules de la pomme Scifresh sont en revanche fracturées : la zone de moindre résistance se situe au coeur des cellules et non entre les cellules. Celles-ci sont donc plus cohésives entre elles.

Doc. 3.3B

De la même façon, le test de traction indique que si la résistance diminue au cours de la maturation pour les deux variétés de fruits, elle est presque deux fois plus faible au stade fruit mûr pour la variété Royal Gala par rapport à la variété Scifresh.

Au cours de la maturation, les cellules corticales du fruit Scifresh restent donc plus cohésives entre elles que celles du fruit Royal Gala.

On peut faire l'hypothèse qu'il existe une modifications des molécules pariétales expliquant la baisse de résistance pour les deux fruits, ainsi que la baisse plus importante pour la variété Royal Gala.

Doc. 3.4

Les différents clichés permettent de mettre en évidence la différence de composition de la paroi au sein des deux fruits dès le stade jeune fruit : la variété Royal Gala ne présente pas de pectine au niveau des méats, contrairement à la variété Scifresh. Au cours de la maturation, la pectine est hydrolysée (baisse de la fluorescence), et ce de façon plus importante pour la pomme Royal Gala. Au stade fruit mûr, la pomme Scifresh présente encore une paroi cohérente, plus riche en cellulose et en pectine que la pomme Royal Gala.

Le ramollissement des fruits s'explique donc probablement par une hydrolyse des parois végétales, plus ou moins importante selon la variété.

Doc 3.5

L'électrophorèse indique que seules les pommes de la variété Royal Gala au stade fruit mûr produisent l'enzyme polygalacturonase hydrolysant les pectines pariétales. La disparition des pectines observée dans le document 3.4 s'explique donc par l'expression de la polygalacturonase au stade fruit mûr dans cette variété. La digestion des pectines rend les cellules moins cohésives entre elles.

Bilan

Les pommes Scifresh ramolissant moins vite que les pommes Royal Gala, leur fermeté est plus importante au stade fruit mûr. Cette différence s'expliquerait par la présence de cellules corticales plus grosses et surtout plus cohésives entre elles dans la variété Scifresh. Cette cohésion est due à la présence de pectines, en particulier au niveau des méats intercellulaires, et à l'absence d'enzymes les dégradant au cours du mûrissement des fruits.

Correcteurs : ÉMOND Agnès, PAITEL Erwan

Expert : BONHOURE Gérard