

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Durée : 3 heures

L'usage d'abaques, de tables, de calculatrice et de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données, de les traiter par des moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui contrôlera et éventuellement remplacera son sujet.

Le sujet comporte 16 pages numérotées de 1 à 16.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

De la fleur au fruit

Ce sujet est constitué de 4 parties non indépendantes. Les questions seront traitées dans l'ordre de l'énoncé.

- Le candidat s'appuiera essentiellement sur une analyse des documents, pour répondre aux questions posées au fur et à mesure des documents.
- Le candidat ne doit pas rédiger de longs développements de ses connaissances sur le thème, indépendamment de l'exploitation des documents et des questions posées.
- La concision des réponses et l'exploitation des documents sans paraphrase seront valorisées.

Références

Partie A

- Wim Broothaerts, Ilse Van Nerum & Johan Keulemans (2004) Update on and Review of the Incompatibility (S-) Genotypes of Apple Cultivars. *HortScience* 39(5) : 943-947
- Fanny Devoghalaere & al. (2012) A genomics approach to understanding the role of auxin in apple (*Malus x domestica*) fruit size control. *BMC Plant Biology* 12:7
- Sara Herrera et al. (2018) Optimizing Production in the New Generation of Apricot Cultivars: Self-incompatibility, S-RNase Allele Identification, and Incompatibility Group Assignment. *Front. Plant Sci.* 9:527
- Source images : 1 : K.R. Robertson, Illinois Natural History Survey / B&M ; 2 : Croqueurs de pommes ; 3 : P.J. Martinat/Gardenbees.com

Partie B

- Jia-Long Yao & al. (2015) A microRNA allele that emerged prior to apple domestication may underlie fruit size evolution. *The Plant Journal* 84, 417–427.
- Barrie E. Juniper (2007) The Mysterious Origin of the Sweet Apple. *American Scientist* 95, 44-51.

Partie C

- Uma Partap & Tang Ya (2012) The Human Pollinators of Fruit Crops in Maoxian County, Sichuan, China. *Mountain Research and Development* 32:2, 176–186
- Uma Partap & Tej Partap (2002) Warning signals from the Apple Valleys of the Hindu-Kush-Himalayas. *ICIMOD*
- P. Williams, Y. Tang, J. Yao & S. Cameron (2009) Bumblebees of Sichuan. *Systematics and Biodiversity* 7:2, 101-189
- Zhenghua Xie, Paul H. Williams & Ya Tang (2008) The effect of grazing on bumblebees in the high rangelands of the eastern Tibetan Plateau of Sichuan. *J Insect Conserv.*

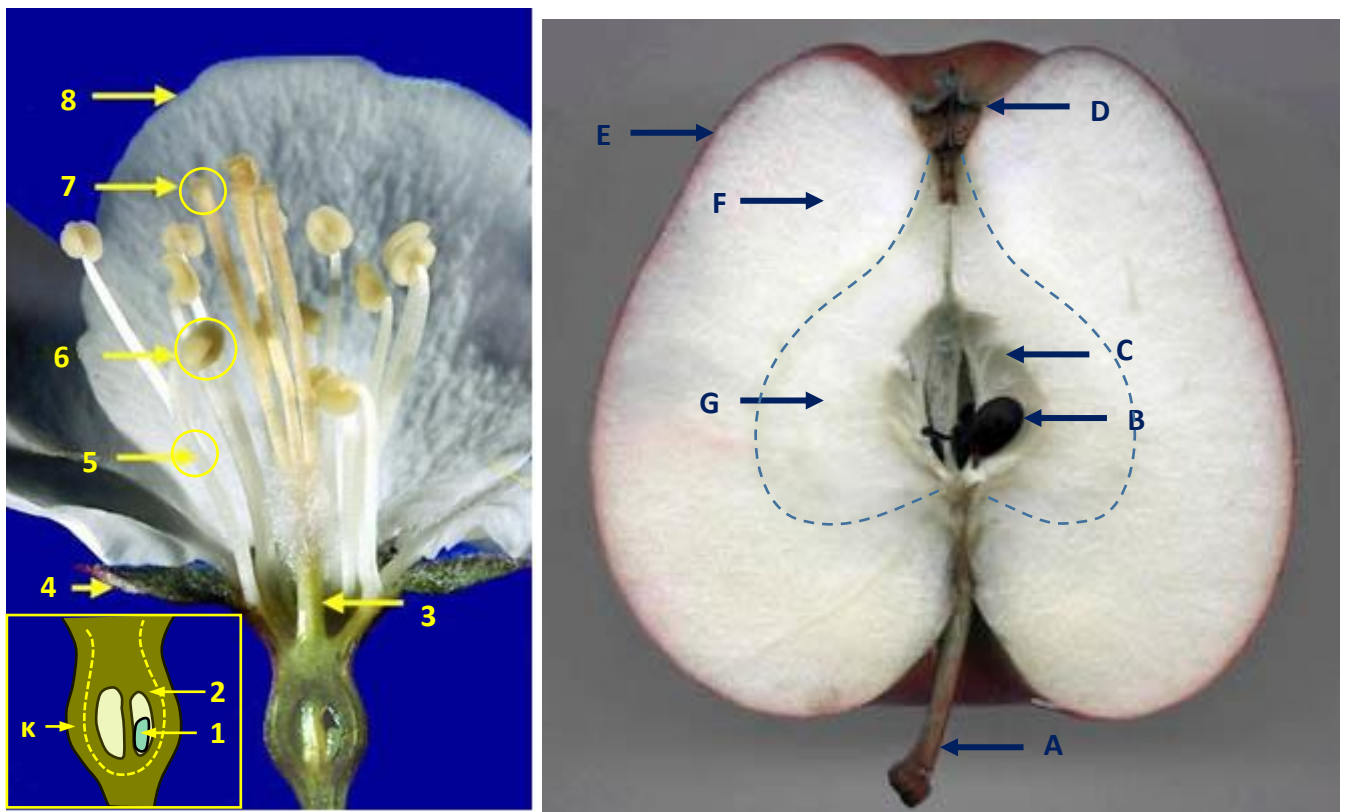
Partie D

- Patrick Hoehn, Teja Tscharnkte, Jason M. Tylianakis & Ingolf Steffan-Dewenter (2008) Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proc. R. Soc. B.* 275, 2283–2291
- Claire Kremen, Neal M. Williams & Robbin W. Thorp (2002) Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS* 99:26, 16812-16816

Partie A : La pollinisation au verger

Dans cette partie de l'épreuve, vous allez concevoir un verger planté de pommiers afin de récolter à l'avenir un maximum de pommes.

1. *Le verger est un agrosystème. Définissez succinctement ce terme.*
2. *A partir des coupes de la fleur et du fruit du pommier (document A1 ci-dessous), sur votre copie et non sur le document :*
 - a. *nommez les numéros (fleur) et les lettres (fruit) de la légende ;*
 - b. *indiquez la provenance des parties du fruit (correspondance avec la fleur) ;*
 - c. *indiquez le mode probable de pollinisation en lien avec les caractéristiques de la fleur.*



Document A1 : Fleur et fruit du pommier en coupe longitudinale. Les numéros et lettres de légende sont à nommer sur votre copie. Une partie de la fleur est schématisée. K = conceptacle.

Le pommier, dans presque toutes ses variétés, est strictement allogame : il est donc incapable de s'autoféconder. Cela est dû à l'existence d'un mécanisme d'autoincompatibilité gamétophytique. Ce terme signifie que la fécondation d'une fleur d'un génotype donné dépend du génotype du gamétophyte mâle qui arrive sur cette fleur, et non du seul génotype de la plante (sporophyte) qui a produit ce gamétophyte.

On observe par ailleurs des taux d'hétérozygotie élevés chez les espèces sauvages de pommier.

3. Mettez en relation le taux d'hétérozygotie des populations de pommiers sauvages et le mode de reproduction allogame du pommier.

L'autoincompatibilité gamétophytique du pommier est contrôlée par un locus S aux nombreux allèles. Le tableau A1 donne le S-génotype de quelques variétés de pommiers. Certaines de ces variétés sont triploïdes : ces arbres produisent un pollen défaillant et ne peuvent donc pas féconder d'autres arbres dans le verger.

Par ailleurs, le tableau A2 donne les groupes de floraison des variétés du tableau A1 : deux variétés génétiquement compatibles dont les dates de floraison sont trop éloignées dans le temps ne peuvent se féconder mutuellement.

4. Vous souhaitez créer un verger constitué en partie d'arbres « Belle de Boskoop ». Combien de variétés faut-il planter au minimum (Belle de Boskoop comprise) pour que les arbres de toutes les variétés du verger portent des pommes ? Expliquez votre raisonnement.

Nom du cultivar	S-génotype
Belle de Boskoop	$S_2S_3S_5$
Charlotte	S_5S_{10}
Cox Orange	S_5S_9
Delbard Jubilé	S_2S_{22}
Falstaff	S_2S_5
Fuji	S_1S_9
Gala	S_2S_5
Golden Delicious	S_2S_3
Granny Smith	S_3S_{23}
Idared	S_3S_7
Jonagold	$S_2S_3S_9$
Jonathan	S_7S_9
McIntosh	$S_{10}S_{25}$
Pink Lady	S_2S_{23}
Reine des Reinettes	S_1S_3
Rome Beauty	$S_{20}S_{24}$
Sansa	S_5S_7
Transparente de Croncels	S_2S_3

Tableau A1 : quelques variétés de pommier et leur S-génotype.

Deux sont triploïdes.

		Idared	McInt.	Belle Bosk.	Tr. de Cron.	Jonath.	Charlote	Granny Smith	Pink Lady	Cox Orange	Falstaff	Delb. Jubilé	Sansa	Fuji	Gold. Delic.	Gala	Jonag.	Reine Rein.	Rome Beaut.
Début de saison	Idared		x																
	McIntosh	x		x	x	x	x	x											
Mi-saison	Belle de Boskoop	x	x		x	x	x	x	x	x	x								
	Transparente de Croncels	x	x	x		x	x	x	x	x	x								
	Jonathan	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Charlotte	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Granny Smith	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Pink Lady	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Cox Orange			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
	Falstaff			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Fin de saison	Delbard Jubilé					x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
	Sansa					x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
	Fuji					x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
	Golden Delicious					x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
	Gala					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
	Jonagold					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
	Reine des Reinettes					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Tardive	Rome Beauty															x	x	x	

Tableau A2 : groupes de floraison des variétés de pommiers du tableau A1. Les pommiers fleurissent en avril-mai. Deux variétés qui fleurissent à plus de 4/5 jours d'intervalle ont peu de chances de s'interféconder. Les paires de variétés qui le peuvent sont marquées « x ».

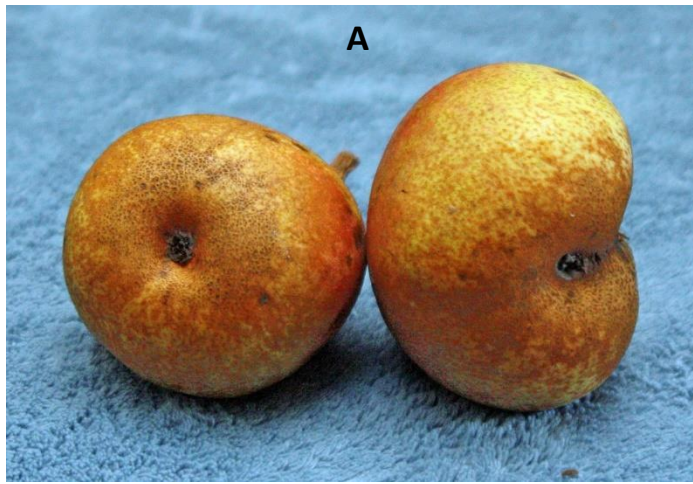
5. A partir de votre réponse à la question 4 et à l'aide des tableaux A1 et A2, sélectionnez une ou plusieurs variétés à planter avec Belle de Boskoop dans le verger afin que les arbres de toutes les variétés portent le maximum de pommes. Justifiez votre choix.

Dans un verger de pommiers, on a planté une majorité d'arbres Gala et quelques arbres Golden Delicious pour les polliniser.

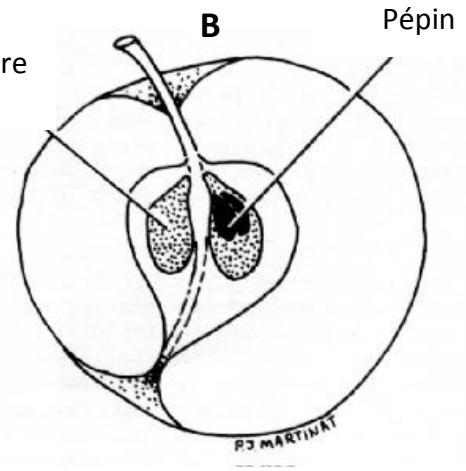
6. Les caractéristiques des pommes portées par les arbres Gala dans ce verger (couleur, saveur...) vont-elles dépendre du génotype de Golden Delicious qui a fourni le pollen ? De façon générale, l'origine du pollen importe-t-elle pour les qualités de la pomme ? Justifiez à partir de votre réponse en 2b.

Dans ce verger, les arbres Gala donnent peu, et beaucoup de pommes Gala ont l'aspect de la pomme de droite du document A2 (page suivante). On réalise des coupes dans les stigmates et les styles de fleurs Gala pollinisées par Golden Delicious (document A3, page suivante).

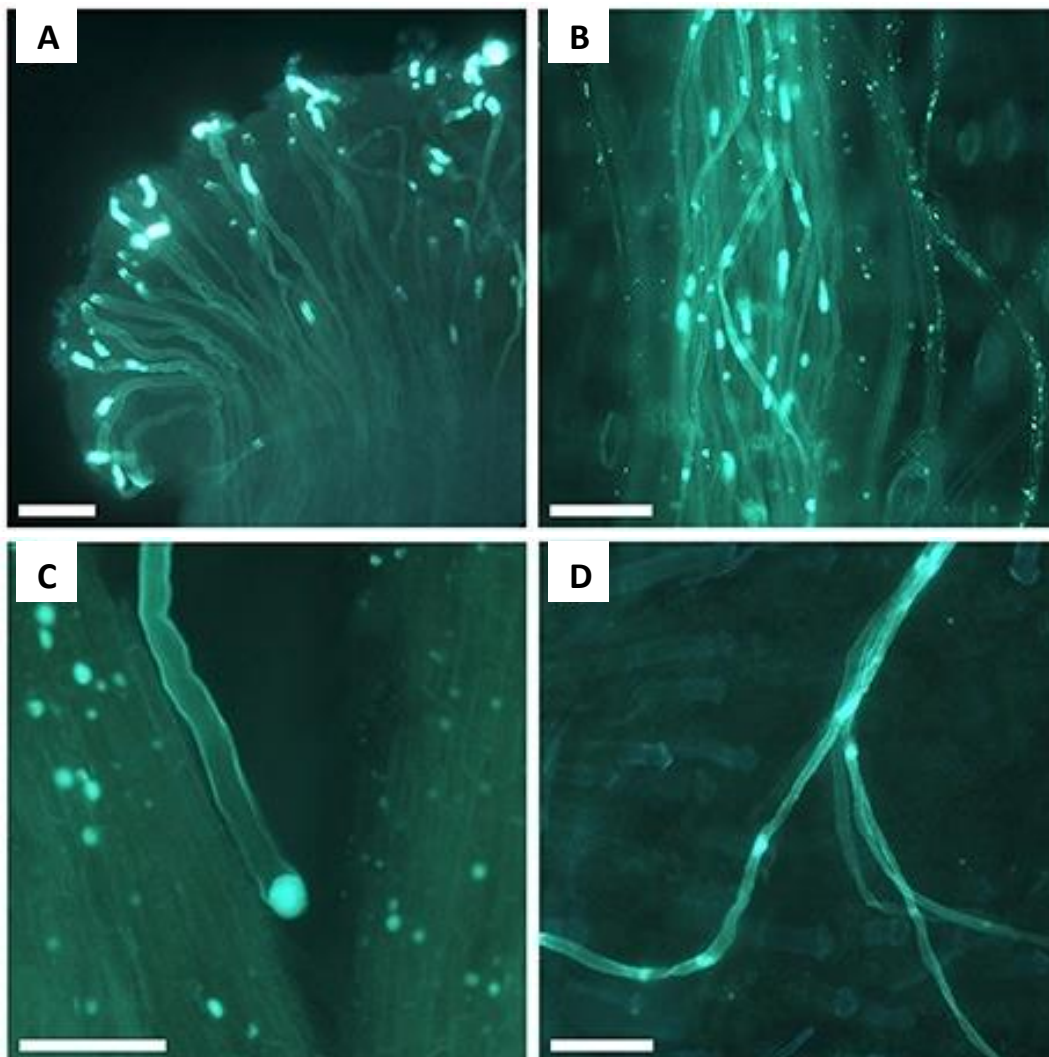
7. A partir du tableau A1 (page 3) et des documents A2 et A3, proposez une hypothèse pour expliquer la présence de nombreuses pommes gala incomplètement développées dans le verger.



Loge
carpellaire
vide



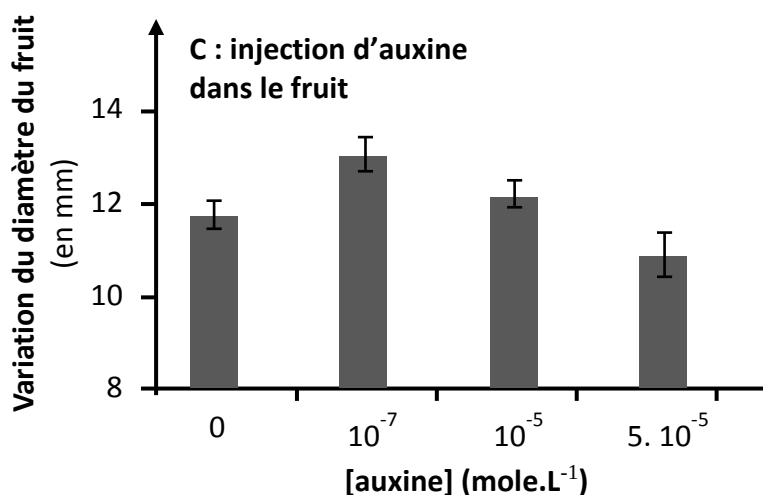
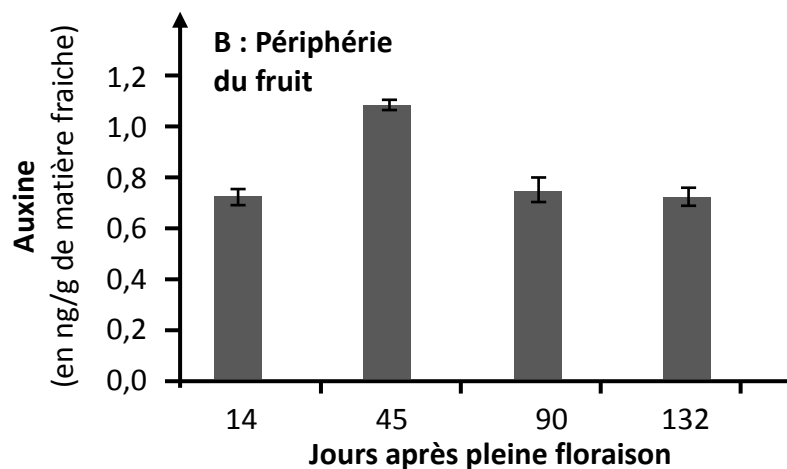
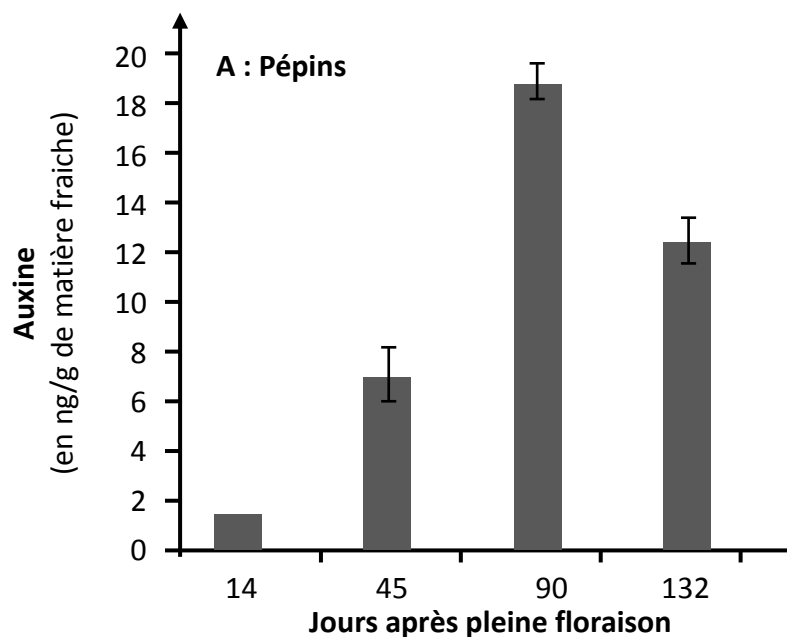
Document A2 : A. Pomme incomplètement développée (à droite) et pomme témoin (à gauche) ; B. Vue en coupe longitudinale d'une pomme incomplètement développée (dessin).



Doc. A3 : Coupes dans le stigmate ou le style de fleurs de pommiers Gala pollinisées par Golden Delicious. Le marquage à l'aniline permet d'observer en fluorescence la présence de callose, un polymère de glucose utilisé pour l'édification rapide de parois. A : coupe longitudinale dans le stigmate ; B : coupe dans le haut du style ; C : coupe à mi-hauteur du style : la moitié des structures dont le départ est visible en A et B y présentent cet aspect. D : coupe à la base du style : seule la moitié des structures dont le départ est visible en A et B y sont retrouvées. Barres d'échelle : 100 μ m. Document obtenu chez l'abricot, données transposables au pommier.

Le document A4 (ci-dessous) présente la concentration d'auxine, une phytohormone, dans le pépin et la paroi du fruit, ainsi que les effets de l'injection d'auxine dans le jeune fruit.

8. A partir de l'analyse du document A4, précisez l'hypothèse faite en 7, et proposez un mécanisme sous la forme d'un schéma.



Doc. A4 : Auxine et croissance du fruit.

A : Mesure de la concentration en auxine dans les pépins au cours du développement de pommes Gala se développant à partir de fleurs fécondées (les cellules du fruit se divisent entre 0 et 25 jours après floraison, grandissent rapidement entre 20 et 60 jours, puis plus lentement ; le fruit commence à mûrir à 132 jours).

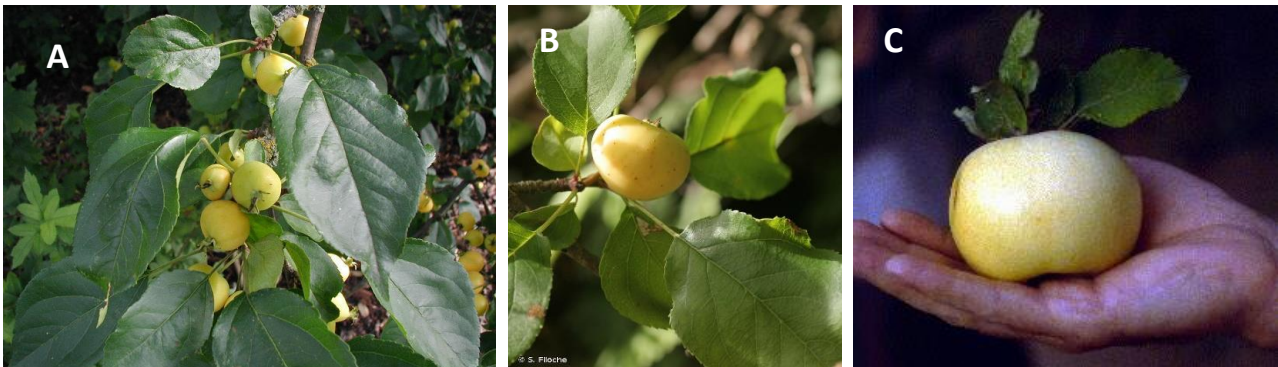
B : Mesure de la concentration en auxine dans le cortex (périphérie) de pommes Gala au cours de leur développement.

C : Effet de l'injection de solutions d'auxine de différentes concentrations sur la croissance de pommes Gala. L'injection a lieu à 30 jours après floraison et fécondation, le diamètre est mesuré 14 jours après l'injection. 100   L de solutions d'auxine sont injectés.

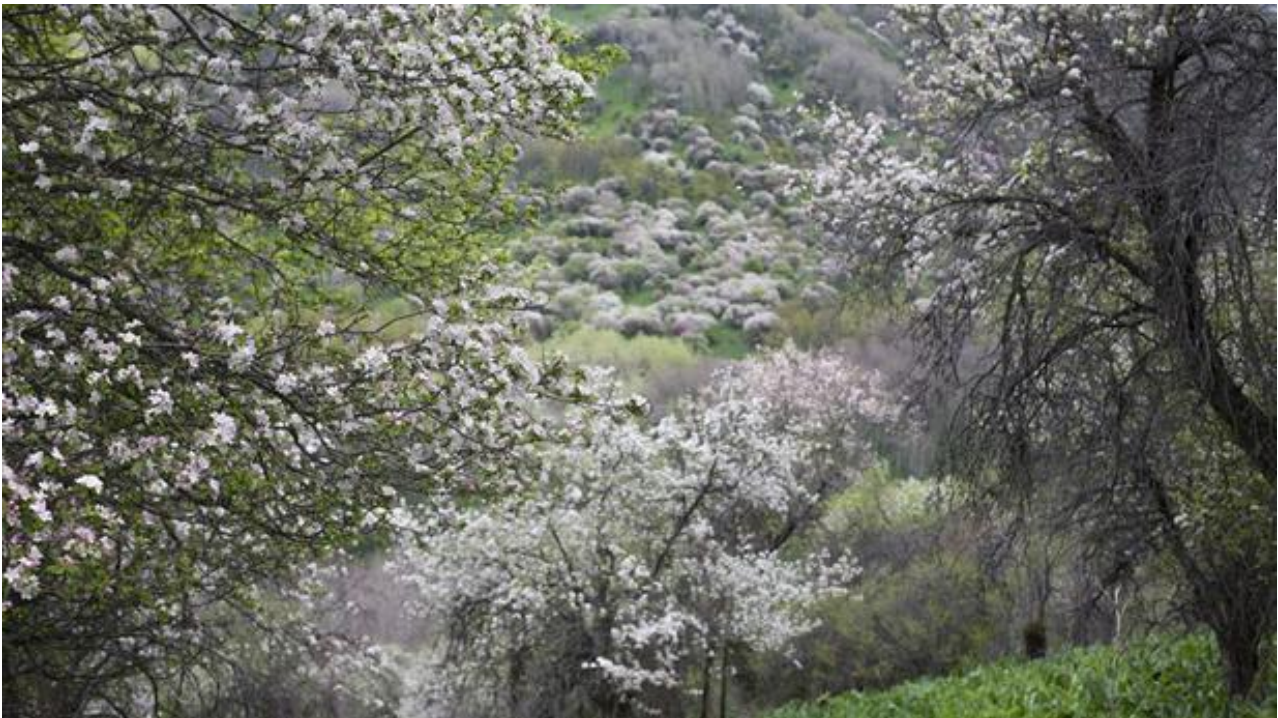
Pour chaque barre des histogrammes, l'erreur standard est indiquée.

Partie B : l'origine évolutive de la pomme

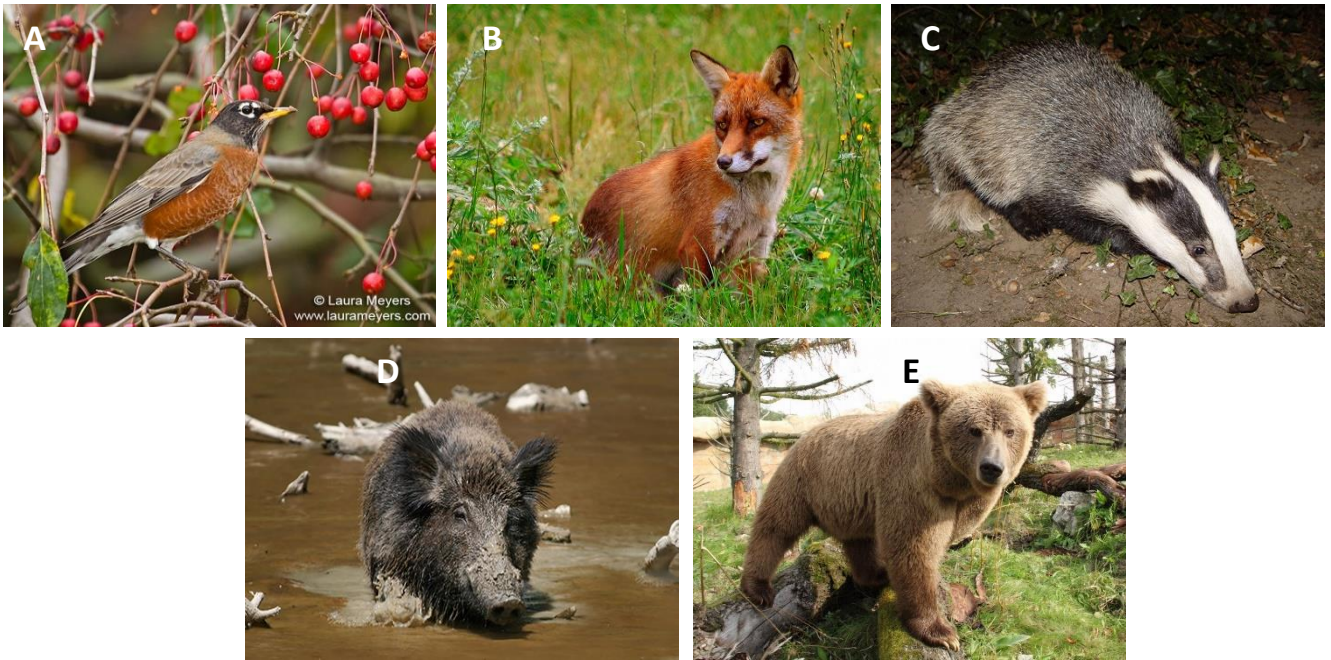
Pour beaucoup de plantes domestiquées, le gros fruit comestible est le résultat d'un travail de sélection par l'Homme. On se demande si c'est le cas de la pomme. Chez la plupart des pommiers sauvages (arbres du genre *Malus*), le fruit est petit et amer comparé à celui du pommier cultivé (*Malus domestica*). Or, chez le pommier sauvage *Malus sieversii*, il peut être aussi gros et sucré que chez certaines variétés de *M. domestica* (document B1). On a démontré que *M. sieversii*, espèce d'Asie centrale, est le principal ancêtre du pommier cultivé. *M. sieversii* forme des forêts fruitières uniques en leur genre sur les contreforts des montagnes du Tian Shan, au Kazakhstan (document B2). Il a sans doute évolué dans ce biotope isolé à partir d'espèces de *Malus* à plus petits fruits.



Document B1 : Fruits de *Malus baccata*, pommier sauvage d'Asie (A, 1 cm) ; Fruit de *Malus sylvestris*, pommier sauvage qui pousse en France (B, ≈ 4 cm). Fruit de *Malus sieversii* échantillonné dans les Monts Karatau, au Kazakhstan (C, ≈ 8 cm). Feuilles et main donnent l'échelle.



Document B2 : le pommier sauvage *Malus sieversii* forme des forêts fruitières sur les contreforts des montagnes du Tian Shan, au Kazakhstan. Cet écosystème unique est resté isolé pendant des millions d'années. © L'association Alma.



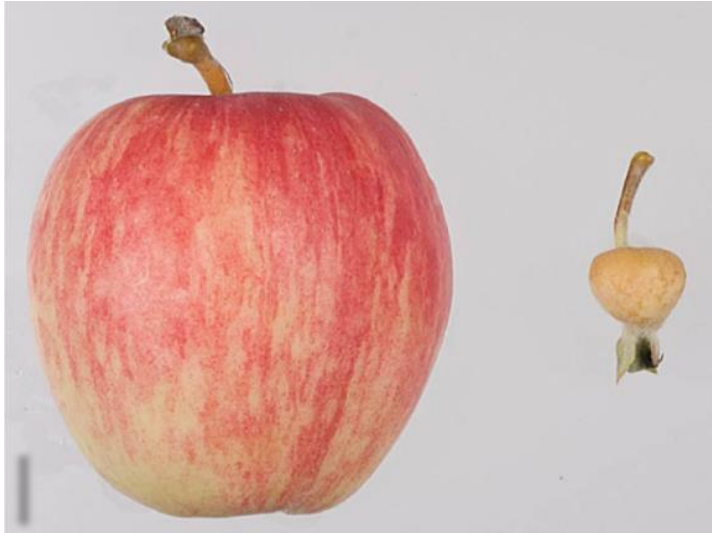
Document B3 : Les merles (A) apprécient les petits fruits de *Malus baccata*. Le renard (B), le blaireau (C) et le sanglier (D) qui vivent dans les forêts françaises ont un régime alimentaire opportuniste, qui peut inclure des fruits tombés au sol. L'ours Isabelle (E), qui vit dans les forêts des contreforts du Tian Shan, au Kazakhstan, est omnivore et raffole des aliments sucrés avant de rentrer en hibernation.

Les graines (pépins) des fruits du genre *Malus* ne germent pas lorsqu'elles restent enfermées dans le trognon. Les pépins des fruits ingérés sont retrouvés intacts dans les excréments ; c'est parfois le cas aussi des trognons, voire des fruits les plus petits. La probabilité que le trognon soit disloqué lors de l'ingestion du fruit par un animal est d'autant plus faible que le fruit est petit et que la mâchoire de l'animal est grande.

Par ailleurs, les pépins ne sont pas recherchés par les animaux car, lorsqu'ils sont broyés, ils libèrent une substance toxique et répulsive.

9. **A partir des documents B1, B2 et B3, indiquez comment la dissémination des graines des arbres du genre *Malus* est assurée.**
10. **Quel est le succès reproducteur d'un arbre dont le fruit de petite taille est mangé par un animal de grande taille ?**
11. **Proposez une hypothèse évolutive sous la forme d'un schéma pour expliquer l'origine des fruits gros et sucrés de *Malus sieversii*, ancêtre du pommier domestique.**

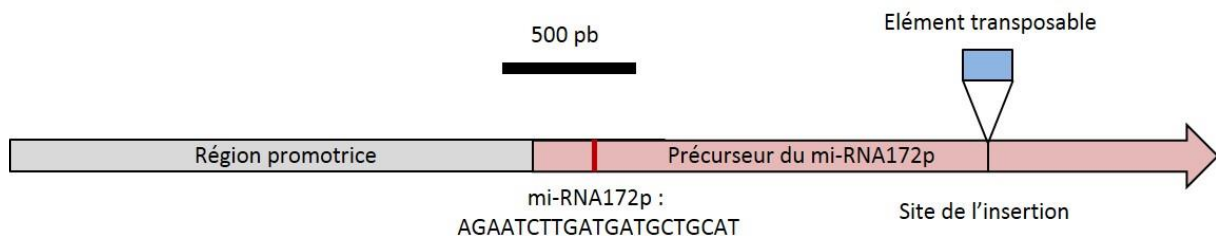
On a montré, chez *Malus*, l'implication d'un micro-ARN (miRNA172p) dans le contrôle de la taille du fruit. Ce micro-ARN est complémentaire d'une partie de la séquence codante de gènes de la famille *APETALA2*, qui contrôlent la structure florale et notamment le développement des sépales et de leur base. On a réalisé un pommier domestique transgénique (variété Royal Gala) où miRNA-172p est surexprimé. Le résultat de cette expérience de transgénèse est montré sur le document B4 (page suivante).



Document B4 : à gauche, une pomme Royal Gala ; à droite, une pomme Royal Gala où le micro-ARN miRNA172p est surexprimé (15 x).
Barre d'échelle : 1 cm

12. Rappelez le mode d'action d'un micro-ARN sur l'expression du gène cible. Proposez alors un rôle pour les gènes de la famille APETALA2 dans la genèse du fruit.

On a séquencé le gène codant le précurseur du mi-RNA172p chez 3 espèces à fruits moyens à gros (*M. sylvestris*, *M. sieversii*, *M. domestica*) et chez une espèce à petits fruits (*M. baccata*). On a découvert, entre autres différences, une insertion d'un élément transposable dans la séquence du précurseur du mi-RNA172p (doc. B5). Cette insertion est présente à l'état homozygote chez les trois espèces à fruits moyens à gros, alors qu'elle est absente chez *M. baccata*. Elle expliquerait environ 20% de la différence de taille du fruit.



Document B5 : gène codant le précurseur du micro-ARN mi-RNA172p et position de l'insertion de l'élément transposable trouvée chez les *Malus* à gros fruits. La séquence du micro-ARN proprement dit est indiquée en rouge, la séquence du précurseur (bien plus grand) qui le contient est en rose.

13. Quel est l'effet probable de cette insertion sur l'expression du mi-RNA172p ?

14. Par quels mécanismes une mutation comme une insertion peut-elle se fixer dans une population ?

On a séquencé, dans plusieurs populations de *M. sieversii*, le gène mi-RNA172p ainsi que des gènes évoluant de façon neutre. Ce séquençage a révélé une diversité nucléotidique significativement inférieure pour le locus mi-RNA172p que pour les gènes neutres.

15. Lequel des mécanismes envisagés à la question 14 pour la fixation de l'insertion est-il favorisé ?

16. En quoi ce résultat conforte-t-il l'hypothèse évolutive proposée à la question 11 ?

Partie C : les hommes et femmes « abeilles » des pommiers du Sichuan

Le district de Mao (Mào Xiàn), dans la province chinoise du Sichuan, sur le bord oriental du plateau tibétain, est célèbre pour ses hommes et femmes « abeilles » (document C1). Les pommiers y sont en effet pollinisés à la main, pratique initiée par un fermier à la fin des années 1980, puis promue par les autorités (tableau C1 et doc. C2 page suivante). La pomiculture a commencé dans le district en 1946. Son évolution de 1953 à 1997 est donnée sur le document C2.



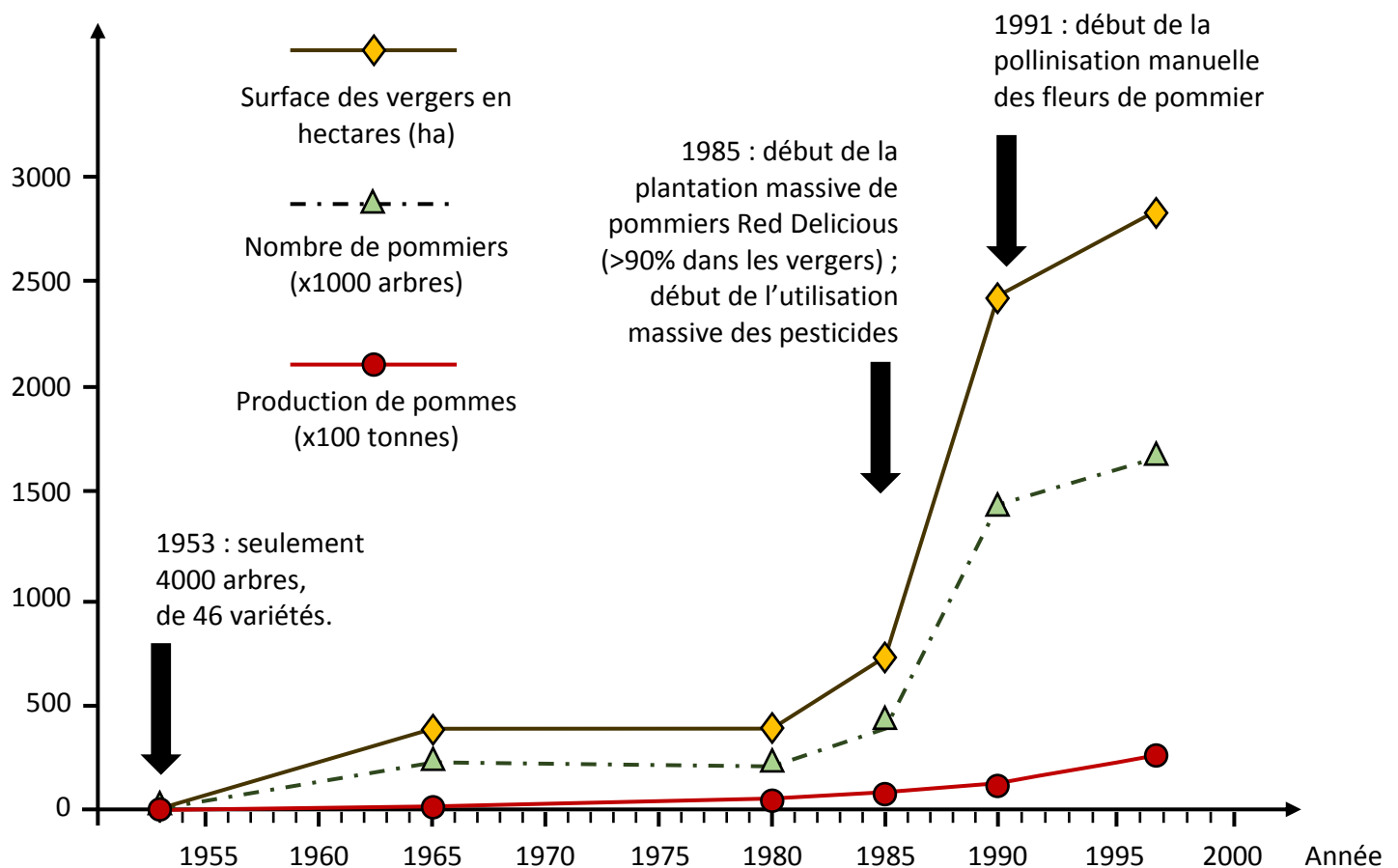
Doc. C1 : une travailleuse agricole du district de Mao (Sichuan) pollinisant des pommiers.

17. Que font exactement les hommes et femmes « abeilles », munis de petites baguettes ou de pinceaux ? Décrivez précisément par un schéma leur action au niveau de la fleur de pommier.

Village du district de Mao, Sichuan :	Suangma	Jincu Nanxin
Altitude (m)	1850	1500
Fermiers pratiquant la pollinisation manuelle (%)	0	100
Gain de production par la pollinisation manuelle (%)	-	39
Proportion de pommiers pollinisateurs (%)	16	6
Fermiers maintenant des ruches (%)	22	7
Nombre de pulvérisations de pesticides par an	4	10
Contribution des pommes au revenu des ménages (%)	26	70

Tableau C1 : Pratiques culturelles de deux villages du district de Mao, dans le Sichuan.

18. Comparez les pratiques culturelles des deux villages du tableau C1, en expliquant les différences constatées. Expliquez pourquoi les propriétaires d'essaims d'abeilles domestiques sont réticents à les louer pour soulager le travail des hommes et femmes « abeilles ».



Document C2 : Surface des vergers, nombre de pommiers et production de pommes dans le district de Mao. La production de pommes est la production cumulée dans l'intervalle ; par exemple, 1981-1985 pour le point « 1985 » après le point « 1980 ». Source : *Agricultural Statistics of China* (1998)

19. Commentez l'évolution dans le temps de la productivité des vergers de pommiers du district de Mao (quantité de pommes par an et par ha), de 1980 à 1997, sans quantifier précisément. Expliquez les changements constatés sur la base des informations présentées.

Le Sichuan est un « point chaud » de la biodiversité des bourdons, insectes pollinisateurs très importants pour nombre de plantes sauvages et cultivées. On y recense 56 espèces sur les 250 espèces qui existent dans le monde. Les dangers qui pèsent sur elles sont multiples.

Dans le district de Hongyuan, toujours au Sichuan, beaucoup de nomades se sont sédentarisés au cours des dernières décennies. Ils ont conservé leurs yaks, si bien que la pression de pâturage sur les prairies sub-alpines a augmenté à proximité des agglomérations (document C3 page suivante). Des chercheurs ont étudié l'abondance et la diversité des bourdons sur plusieurs bandes de prairie de 100m x 2m, selon que la zone est pâturée ou non (tableau C2 page suivante). Ces bourdons se nourrissent dans les fleurs entomogames et construisent souvent leur nid dans le sol.

20. Indiquez l'effet d'un pâturage excessif sur l'abondance et la diversité spécifique des bourdons du Hongyuan. Proposez deux mécanismes pouvant expliquer cet effet.

21. A partir de votre réponse, proposez une autre cause possible pour expliquer le recours croissant à la pollinisation manuelle dans le district de Mao (question 19).



Doc. C3 : Un yak en train de brouter dans une prairie sub-alpine du plateau du Tibet, au Hongyuan.

Espèce de bourdon (genre <i>Bombus</i>)	Nombre moyen de bourdons rencontrés par bande :		Différence significative
	non pâturée (55 bandes)	pâturée (40 bandes)	
<i>B. filchnerae</i>	1.01 ± 0.10	0.31 ± 0.08	Oui
<i>B. humilis</i>	0.57 ± 0.10	0.03 ± 0.03	Oui
<i>B. supremus</i>	0.20 ± 0.06	0.03 ± 0.03	Oui
<i>B. impetuosus</i>	0.32 ± 0.07	0.12 ± 0.06	Oui
<i>B. laesus</i>	0.15 ± 0.05	0.05 ± 0.03	Non
<i>B. lemniscatus</i>	0.04 ± 0.03	0.00 ± 0.00	Non
<i>B. waltoni</i>	0.09 ± 0.04	0.03 ± 0.03	Non
<i>B. lepidus</i>	0.02 ± 0.02	0.00 ± 0.00	Non
<i>B. ladakhensis</i>	0.02 ± 0.02	0.00 ± 0.00	Non
<i>B. sichelii</i>	0.09 ± 0.04	0.06 ± 0.04	Non
<i>B. kashmirensis</i>	0.22 ± 0.06	0.18 ± 0.06	Non
<i>B. patagiatus</i>	0.06 ± 0.04	0.08 ± 0.04	Non
<i>B. convexus</i>	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.07	Non
<i>B. rufofasciatus</i>	0.09 ± 0.04	0.19 ± 0.07	Non
<i>B. friseanus</i>	0.22 ± 0.06	0.40 ± 0.09	Non
Nombre moyen d'espèces / bande	1.59 ± 0.04	1.14 ± 0.04	Oui
Abondance moy. de bourdons / bande	1.90 ± 0.07	1.23 ± 0.05	Oui

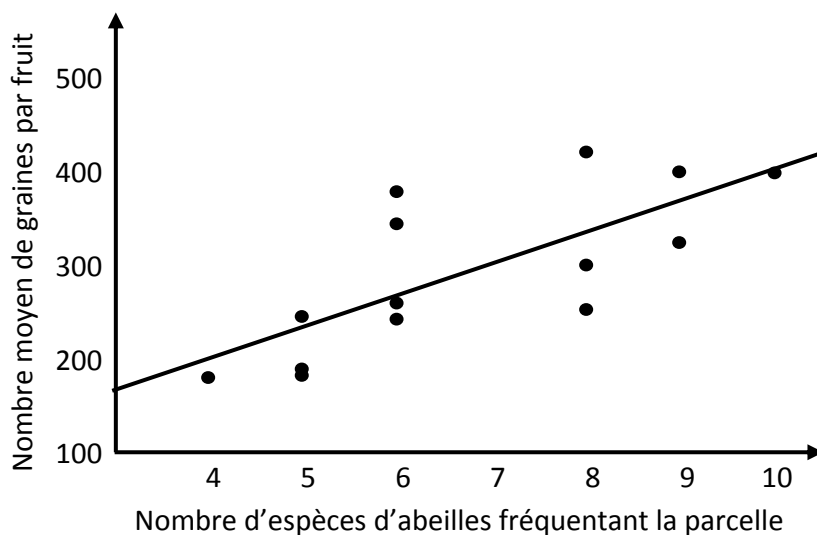
Tableau C2 : Abondance et diversité spécifique des bourdons selon l'intensité du pâturage.

Partie D : la diversité des pollinisateurs

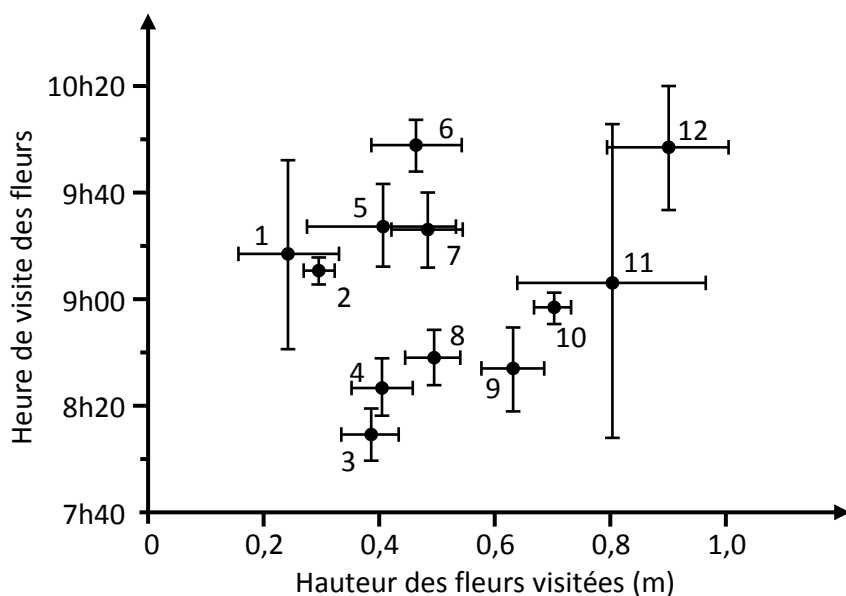
Afin de comprendre l'importance de la diversité des pollinisateurs, on quitte le plateau tibétain pour l'Indonésie. Des courges (document D1) sont plantées sur 14 parcelles de 10 m², dans différents types d'habitats. On a compté le nombre d'espèces d'abeilles visitant les fleurs de courge, puis le nombre moyen de graines par fruit dans chaque parcelle (document D2). Les préférences de chaque espèce d'abeille pour la hauteur de la fleur et l'heure de visite sont également déterminées (doc. D3).



Document D1 : Fleurs de courge muscade (*Cucurbita moschata*). La culture sur tuteur de cette plante grimpante permet d'obtenir des fleurs à différentes hauteurs. Les fleurs ne s'ouvrent que pendant 4 heures le matin. La fleur femelle comprend de très nombreux ovules.



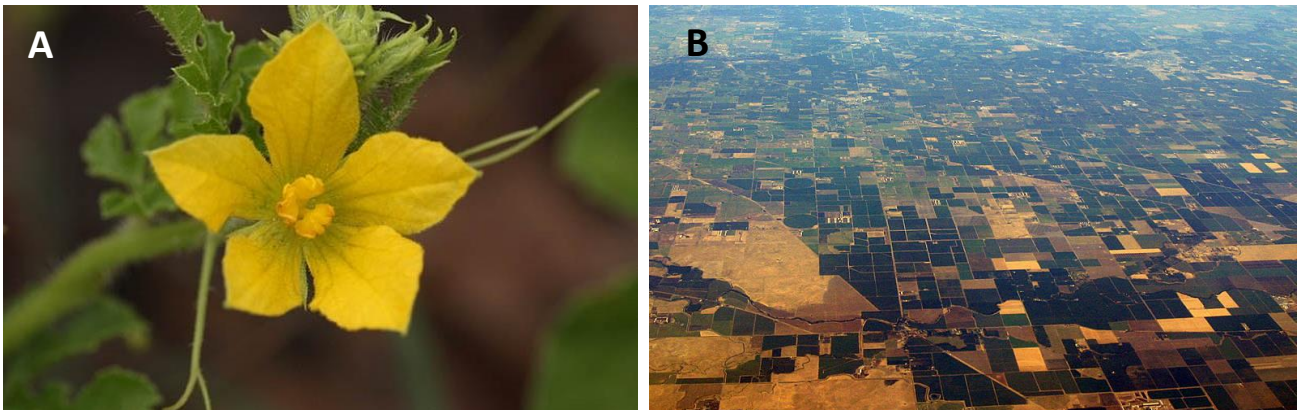
Document D2 : Nombre de graines par courge en fonction du nombre d'espèces d'abeilles ayant visité la parcelle au moment de la floraison de la courge. L'abondance des abeilles (nombre moyen d'individus visiteurs) n'apparaît pas corrélée de façon significative au nombre moyen de graines par courge.



Document D3 : Hauteur de la fleur de courge et heure de visite préférées par chaque espèce d'abeille. Les cercles correspondent à la moyenne, les barres à l'erreur standard. Les numéros désignent l'espèce d'abeille : 1, *N. concinna* ; 2, *Lasioglossum* sp. ; 3, *A. cerana* ; 4, *X. dejeani* ; 5, *N. fulvata* ; 6, *C. cognata* ; 7, *Trigona* sp. ; 8, *Amegilla* sp. ; 9, *X. confusa* ; 10, *L. halictoides* ; 11, *A. dorsata* ; 12, *X. nobilis*.

22. Analysez les documents D1, D2 et D3 : quelle relation pouvez-vous établir entre la diversité des pollinisateurs et l'efficacité de la fécondation (document D2) ? Comment pouvez-vous expliquer cette relation (documents D1 et D3) ?

En Californie, on a étudié la pollinisation par des pollinisateurs naturels d'une autre cucurbitacée, la pastèque (document D4A). Les chercheurs ont suivi pendant 2 ans des exploitations agricoles où l'on pratique une agriculture biologique (sans pesticides), mais qui diffèrent selon la proximité (BP) ou l'éloignement (BL) du milieu naturel, le chaparral (sorte de maquis). Dans certaines parties de la vallée centrale de Californie, l'environnement est en effet très modifié par l'homme (document D4B).

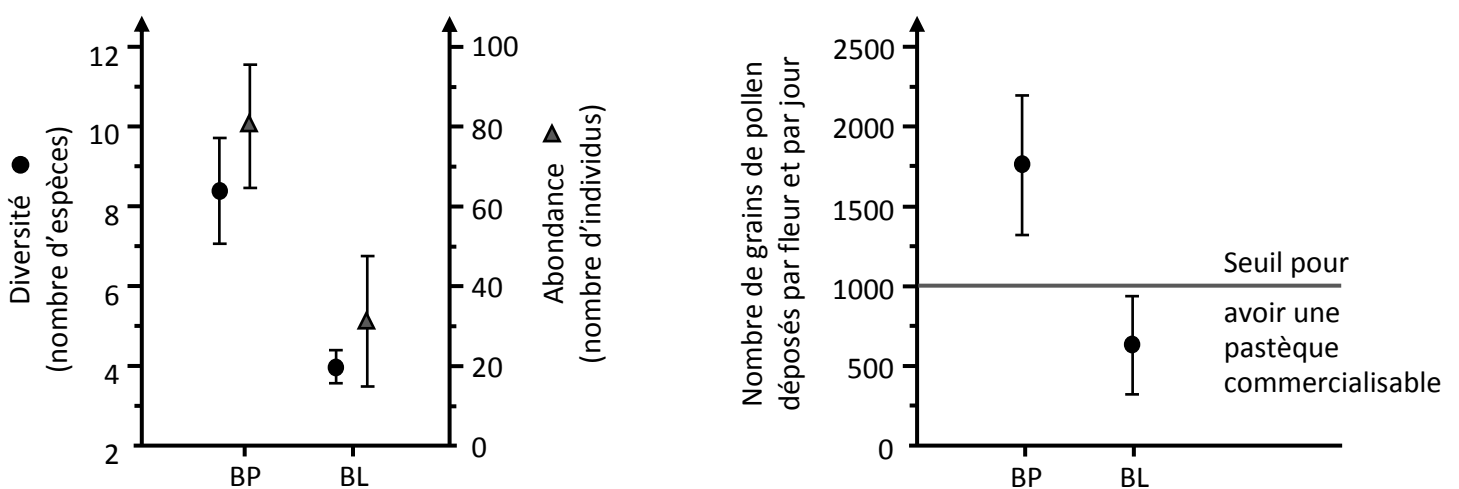


Doc. D4 : La culture de la pastèque dans la vallée centrale de Californie

A : Fleur de pastèque (*Citrullus lanatus*) ;

B : Le parcellaire agricole dans la vallée centrale de Californie, au Nord de Modesto.

La pastèque a des besoins en pollinisation élevés (plus de 1000 grains de pollen déposés par fleur et par jour pendant la période de maturité de la fleur) pour donner un fruit commercialisable (document D5). Ces besoins sont assurés par des essaims d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*), mais les pollinisateurs naturels peuvent également contribuer (documents D5 à D7).



Doc. D5 : Abondance et diversité des pollinisateurs sauvages de pastèque en 2001 (à gauche) et service de pollinisation des pollinisateurs sauvages (à droite) selon le type d'exploitation. BP : agriculture biologique, près de milieux naturels ; BL : agriculture biologique, loin de milieux naturels.

23. A partir de l'analyse du document D5, proposez une autre cause possible de la crise de pollinisation des pommiers au Sichuan (partie C).
24. A partir du document D7, indiquez le meilleur pollinisateur sauvage de fleur de pastèque en 2000, et le meilleur en 2001.
25. A partir du document D7, indiquez la difficulté de compter sur les seuls pollinisateurs sauvages pour le service de pollinisation des plantes cultivées.
26. Expliquez comment une diversité plus importante de pollinisateurs pourrait contribuer à atténuer cette difficulté.



Halictus tripartitus



Bombus californicus



Peponapis pruinosa



Bombus vosnesenskii



Melissodes lupina



Halictus farinosus



Lasioglossum (Evylaeus) sp.



Lasioglossum (Dialictus) sp.



Halictus ligatus



Lasioglossum mellipes



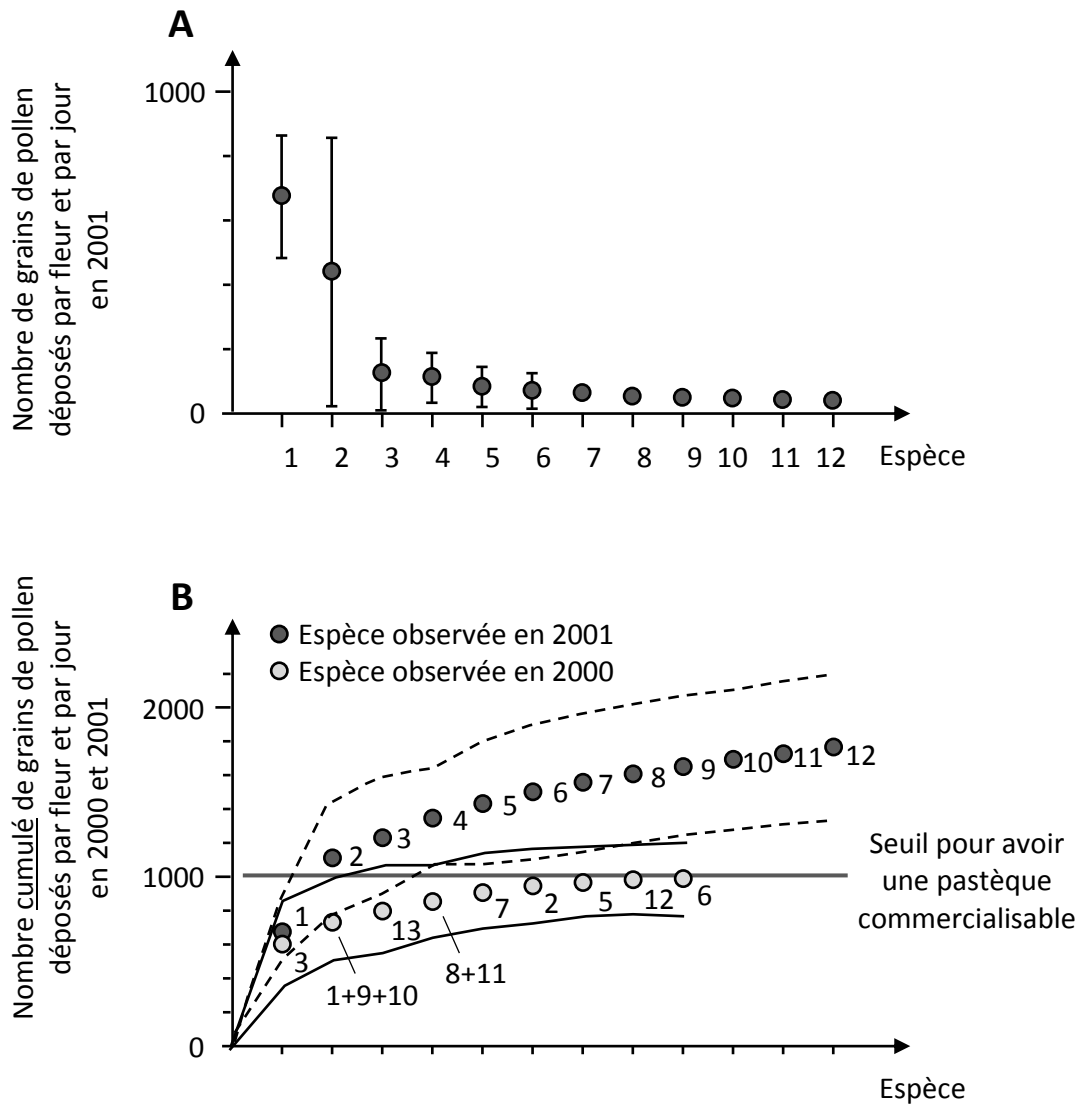
Hylaeus rudbeckiae



Agapostemon texanus

Doc. D6 : Pollinisateurs naturels de la pastèque en Californie. Les 12 sous-genres ou espèces d'hyménoptères ayant visité les fleurs de pastèque dans les fermes BP en 2001 (toutes images © Laurence Packer 2014/www.discoverlife.org)

Ce document ne sert qu'à illustrer les espèces du document D7. Il n'appelle aucun traitement.



Doc. D7 : Contribution à la pollinisation de la pastèque des pollinisateurs sauvages dans les fermes BP. A : contribution individuelle des pollinisateurs en 2001 ; B : contribution cumulée en 2000 et 2001 (on ajoute les contributions individuelles en commençant par les plus gros contributeurs). Les numéros d'espèces renvoient au doc. D6 (les espèces sont numérotées par ordre de contribution en 2001). Les traits en pointillés (pour 2001) et plein (pour 2000) représentent l'intervalle de confiance. Le nombre de grains de pollen déposés par fleur et par jour est calculé en faisant le produit du nombre de visites par le nombre moyen de grains de pollen déposés lors d'une visite.

FIN DU SUJET