

L'HOMME ET SON ACTION SUR LA BIODIVERSITÉ BIODIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES ABEILLES ET ACTIVITÉS HUMAINES

Thème

Thème 1 - La Terre, la vie et l'organisation du vivant.

Note d'intention

Séquence permettant d'aborder les notions de biodiversité génétique, de modification de la biodiversité au cours du temps avec les activités humaines.

Mots-clés

Abeille – Espèce – variété ou écotype – Biodiversité génétique - Caractéristiques phénotypiques – Génotype – Activités humaines – Acquisition et traitement d'images - Tableur/Grapheur

Références au programme

- Biodiversité, résultat et étape de l'évolution.
- La biodiversité change au cours du temps.

Connaissances

La biodiversité génétique au sein d'une même espèce se modifie au cours du temps. Par ses activités, comme par exemple l'introduction de nouvelles races, donc de nouveaux génotypes, l'être humain est un facteur d'évolution de la biodiversité génétique.

Compétences

Pratiquer une démarche scientifique.
Réaliser une observation à la loupe binoculaire ou au microscope.
Prendre une photographie à l'aide d'un dispositif d'acquisition d'images.
Utiliser un logiciel de traitement d'images pour réaliser des mesures.
Calculer des rapports et des angles.
Utiliser un tableur/grapheur pour construire un tableau, un graphique.

Objectif et scénario

L'activité proposée permet de réinvestir différentes notions-clés de la partie « Biodiversité, résultat et étape de l'évolution » :

- la biodiversité génétique ;
- l'idée que la biodiversité change au cours du temps ;
- l'action de l'Homme sur l'évolution de la biodiversité.

Il est possible de partir d'un exemple concret, local avec un questionnement sur les races ou variétés d'abeilles locales et sur les variétés introduites par l'être humain, sur la manière de reconnaître ces variétés et sur l'impact des introductions de races par l'être humain sur la biodiversité des variétés locales.

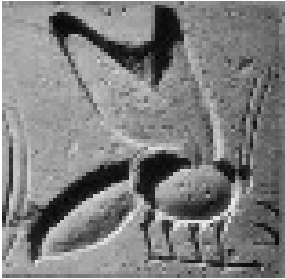
À partir de mesures biométriques sur les ailes d'individus, on établira s'il est possible de classer les abeilles étudiées dans un groupe connu, ou dans un nouveau groupe issu d'une hybridation.




Le but est de montrer l'impact des activités humaines sans apporter de jugement positif ou négatif.


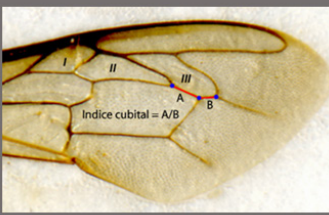
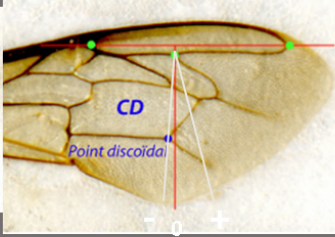
Déroulement de l'activité

Phase de motivation et consignes - 20 min

La discussion est engagée avec les élèves à l'aide d'un diaporama [[lien de téléchargement](#)]. On pose le problème de l'apiculteur et on discute avec les élèves d'une stratégie de résolution de ce type de problème et les résultats prévisibles dans le cas d'une confirmation ou non d'hypothèse. Puis, on précise les consignes.

Diapositive	Discussion
<p>Hiéroglyphe d'abeille, stèle du sérapéum, XXVI^e dynastie</p>  <p>Source : boire et manger quelle histoire !</p>	<p>Diapositive projetée lors de l'entrée des élèves. Cette diapositive permet de montrer que l'élevage des abeilles est très ancien. Des siècles voire des millénaires d'élevage des abeilles ont permis de développer et de maîtriser une pratique ancestrale.</p>

Diapositive	Discussion																				
<p data-bbox="103 367 435 394">Un apiculteur récoltant du miel</p> 	<p data-bbox="831 367 1469 425">Un apiculteur se pose des questions concernant sa récolte qui diminue au cours du temps.</p> <div data-bbox="831 443 1465 1048"> <p>La France produit de moins en moins de miel</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1995</th> <th>2011</th> <th>2013</th> <th>2014</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Production nationale (en milliers de tonnes)</td> <td>32</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Importations (en milliers de tonnes)</td> <td>de 6 à 7</td> <td>24</td> <td>Plus de 26</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Nombre de ruches (en millions)</td> <td>1,35</td> <td>1,25</td> <td colspan="2">1,25 à 1,3</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>Source : Union nationale de l'Apiculture française</small></p> <p><small>AFP La production de miel en France au plus bas depuis 20 ans</small></p> </div> <p data-bbox="831 1057 1093 1084">Source : centrePresse.fr</p>		1995	2011	2013	2014	Production nationale (en milliers de tonnes)	32	20	15	10	Importations (en milliers de tonnes)	de 6 à 7	24	Plus de 26	30	Nombre de ruches (en millions)	1,35	1,25	1,25 à 1,3	
	1995	2011	2013	2014																	
Production nationale (en milliers de tonnes)	32	20	15	10																	
Importations (en milliers de tonnes)	de 6 à 7	24	Plus de 26	30																	
Nombre de ruches (en millions)	1,35	1,25	1,25 à 1,3																		
<p data-bbox="103 1113 788 1171">Avant 1990, un renouvellement des colonies grâce aux essaims sauvages d'abeilles</p> 	<p data-bbox="831 1113 1469 1256">Avant 1990, il ramassait les essaims de façon à renouveler ses colonies. L'abeille locale est <i>Apis mellifera mellifera</i>. Maintenant, ce type de renouvellement ne suffit plus et comme la plupart de ses collègues, il est obligé d'acheter des reines souvent de variétés différentes.</p>																				
<p data-bbox="103 1527 352 1554">Des colonies sauvages</p> 	<p data-bbox="831 1527 1453 1608">Un problème émerge : « L'introduction de nouvelles races d'abeilles dans une région, modifie-t-elle les variétés locales ? »</p>																				

Diapositive	Discussion
<p>Après 1990, un achat de reines de variétés différentes pour renouveler les colonies</p> 	<p>Les variétés importées proviennent de régions différentes du monde alors que la petite abeille noire est surtout localisée dans le nord (dont la Norvège).</p>
<p>Des caractéristiques biométriques de l'aile antérieure.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Index cubital</p>  <p>Indice cubital = A/B</p> <p>I A m m = 1,75 (1,40 à 2,10) I A m c = 2,00 (1,70 à 2,30) I A m L = 2,30 (2,00 à 2,70)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Angle discoïdal</p>  <p>Angle discoïdal d'Apis m m inf ou égal à 0</p> </div> </div>	<p>Les reconnaissances des variétés, peuvent se faire par biométrie. Préciser les deux mesures les plus fiables : indice cubital (distance A / distance B) et angle discoïdal (angle entre la perpendiculaire au grand axe de la longue cellule alaire radiale passant par H et la droite passant par h et le point discoïdal). Préciser comment cet angle peut être dit positif ou négatif.</p>

Photographies : Eric Auboin – Lycée Pierre Corneille de Rouen

Problème

L'introduction de nouvelles variétés d'abeilles dans une région, modifie-t-elle les variétés locales ?

Consignes

Réaliser les mesures biométriques et les **reporter** dans un graphe (indice cubital en fonction de l'angle discoïdal) pour répondre au problème posé.

Retrouvez éducol sur



Phase de travail et de production - 40 min

Plusieurs possibilités, selon la vitesse de travail des élèves.

Vitesse de travail	Possibilité de travail
Très lente	Ne travailler qu'avec l'index cubital. Dans ce cas, le graphe est $I=f(\text{race})$
Lente	Travailler avec les deux index à partir des photos d'ailes à traiter. Par binôme, deux mesures (par exemple, Index et Angle discoïdal). Les résultats sont à reporter dans un tableau collectif et les élèves tracent le graphe : $\text{Index} = f(\text{angle})$
Moyenne	Travailler avec les deux index à partir des photos d'ailes à traiter. Par binôme, nombreuses mesures (Index et Angle discoïdal) et réalisation d'un graphe sans collecte collective.
Rapide	Leur faire prendre en plus l'aile sur l'abeille et la photographier.

Suivant également la vitesse de travail des élèves, on peut proposer une observation au microscope optique des ailes d'abeilles avec acquisition numérique de photos de ces ailes.

Les élèves ont à disposition une fiche technique d'utilisation du logiciel « Mesurim ». Les photographies de **10 ailes d'abeilles** (appelées A1 à A10) utilisées pour faire les mesures d'indice cubital et de transgression discoïdale dans le logiciel sont dans le dossier joint « **Biométrie_abeilles** » : [télécharger ici](#)

Ce dossier contient lui-même :

- un dossier avec des images des 10 ailes d'abeilles (référencées A1_TAS1 à A10_TAS2) pour mesure d'angle discoïdal ;
- un dossier avec des images de ces mêmes 10 ailes d'abeilles (référencées A1_S2 à A10_S2), présentées différemment, pour mesure d'indice cubital.

Phase de structuration et de correction - 15 min

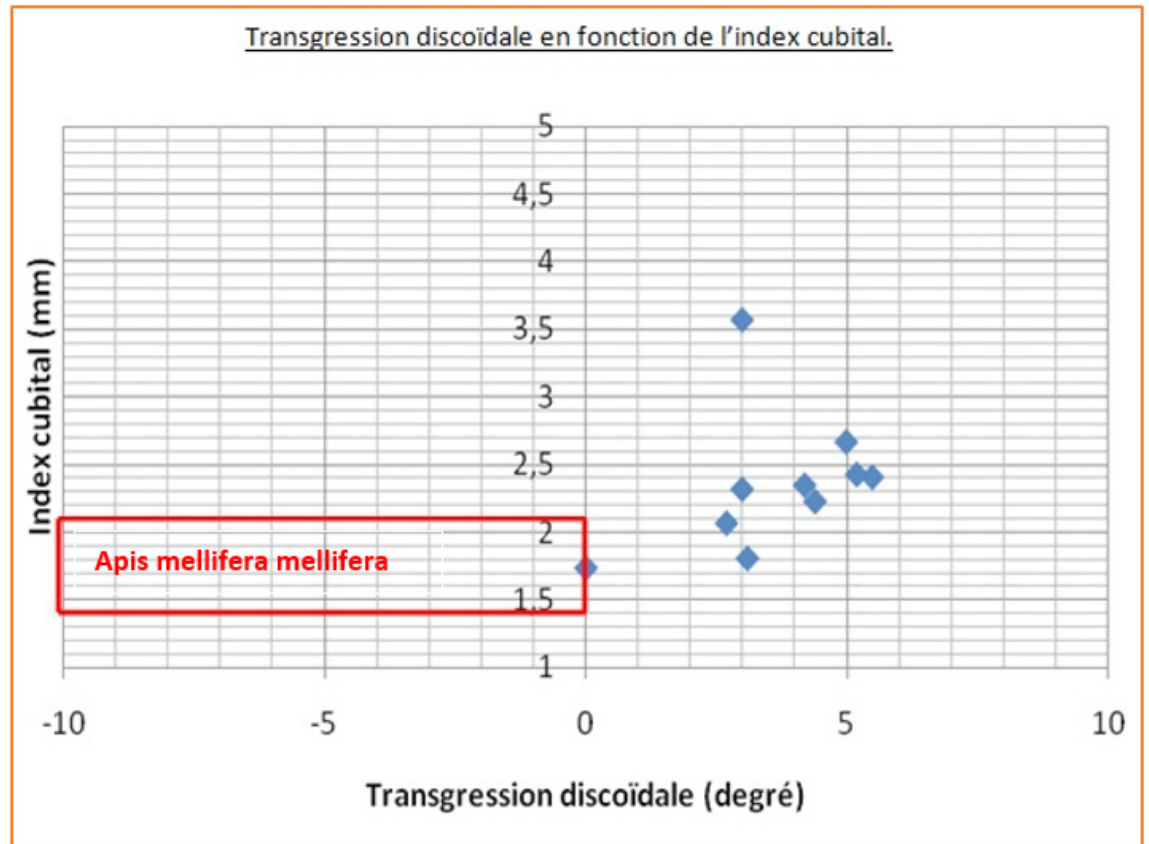
Une mise en commun avec critique positive et négative des graphiques tracés est réalisée.

On peut faire préciser les critères de réussite de la réalisation d'un graphique après avoir donné les critères de réalisation.

Correction possible (5 min) : à l'aide de la suite du diaporama.

Ci-dessous, les résultats à partir des abeilles du laboratoire de SVT du Lycée Pierre Corneille de Rouen.

Nom de l'aile	distance A (en mm)	distance B (en mm)	Index A/B	angle discoïdal (en °)
A1	0,569	0,245	2,32	+ 3
A2	0,518	0,298	1,74	0,0
A3	0,517	0,220	2,35	+ 4,2
A4	0,660	0,185	3,57	+3,0
A5	0,596	0,247	2,41	+ 5,5
A6	0,544	0,263	2,07	+ 2,7
A7	0,594	0,221	2,67	+ 5,0
A8	0,573	0,236	2,43	+ 5,2
A9	0,532	0,293	1,81	+ 3,1
A10	0,528	0,237	2,23	+ 4,4
Moyenne et Apis m. m. pour comparer			2,36 1,75	3,6 < 0
Mini - Maxi et Apis m. m. pour comparer			1,74 - 2,67 1,40 - 2,10	0 - 5,5



Bilan de l'activité

On observe que les abeilles étudiées présentent des indices cubitaux relativement proches des indices cubitaux moyens de la variété Mellifera, avec une seule valeur très supérieure non retenue. Par contre, les valeurs de la transgression discoïdale sont toutes positives, alors que la race Mellifera présente des transgressions discoïdales négatives.

On peut donc en déduire que les abeilles étudiées sont issues de l'évolution de la variété qui existait auparavant, suite à l'introduction de nouvelles variétés, peut-être sous l'effet d'une hybridation entre les variétés.

Trace écrite

La biodiversité génétique au sein d'une même espèce se modifie au cours du temps. Par ses activités, comme par exemple l'introduction de nouvelles variétés donc de nouveaux géotypes, l'être humain peut être un facteur d'évolution de la biodiversité génétique.

Commentaires et transférabilité

L'activité peut donc être découpée en plusieurs temps et réalisée à différents moments de la progression dans la partie :

- pour mettre en place les différents niveaux de la biodiversité, avec la découverte des caractéristiques phénotypiques des différentes populations d'abeilles et la relation avec leur génotype ;
- pour mettre en évidence un changement de la biodiversité dans les populations d'abeilles ;
- et pour envisager l'action de l'être humain avec l'introduction de nouvelles races ou variétés d'abeilles dans une région donnée.

Elle peut aussi être positionnée en bilan de la partie pour réinvestir différents points déjà mis en évidence.

L'activité pratique ne présente pas de difficulté particulière, elle permet de travailler différentes compétences, et les élèves peuvent travailler à leur rythme.

Documents d'activité et ressources

Site [Apihappy](#) : « Définir des races d'abeilles (*Apis mellifera*), de la biométrie aux analyses moléculaires ».

Espèce, variété, population

Les abeilles domestiquées utilisées en apiculture appartiennent à l'espèce *Apis mellifera*. Une espèce est un ensemble d'individus capables d'avoir une descendance viable et fertile s'ils se reproduisent entre eux.

Il existe aussi une diversité au sein de l'espèce : on parle alors de variété.

Ce terme sera utilisé dans cet article pour désigner un ensemble d'individus proches sur certains caractères et ayant une histoire évolutive commune à plus petite échelle que l'espèce.

Les différences observées entre les races sont dues à des mutations naturelles qui se sont généralisées par sélection (naturelle et anthropique), dérive génétique (hasard) et grâce à quelques flux génétiques entre les variétés.

La notion de population ne sera que rarement utilisée ; elle correspond à un ensemble d'individus d'une même espèce et ayant une localisation commune. Une population peut donc correspondre à plusieurs écotypes.

La biométrie des abeilles

Le terme « biométrie » signifie « mesure du vivant » et désigne au sens large l'étude quantitative des êtres vivants. Cet article s'appuie sur les travaux de Cornuet et al. qui sont une synthèse des données de biométrie chez l'abeille.

La réalisation d'un examen biométrique nécessite le prélèvement de 30 à 40 jeunes abeilles à l'intérieur de la ruche. Il faut les conserver vivantes et les mettre à la diète 48 heures avant de les tuer grâce à de l'acétate d'éthyle ou par asphyxie. Les échantillons doivent ensuite être placés dans de l'alcool à 60°.

Dans leur étude, Cornuet et al. utilisent des méthodes statistiques programmées (analyse discriminante et classification hiérarchique selon l'algorithme de Roux). Ils ont effectué de manière satisfaisante la discrimination et la classification de 8 races d'abeilles et de 3 hybrides interraciaux (métisses) à l'aide de 6 critères morphologiques.

Les critères morphologiques utilisés sont :

- la coloration de l'abdomen ;
- la pilosité abdominale ;
- la largeur du tomentum : le tomentum correspond à la bande pileuse abdominale. Elle est mesurée sur le 4^{ème} tergite abdominal ;
- la longueur de la langue ;
- l'index cubital :

L'index cubital est mesuré au niveau des nervures de l'aile antérieure d'une ouvrière. Les nervures délimitent des cellules. Sur la 3^{ème} cellule cubitale, la longueur des nervures A et B est mesurée. L'indice cubital correspond au rapport A/B.

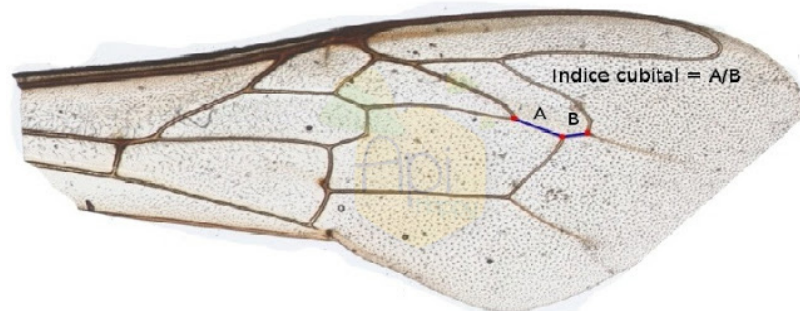


Figure 1 - Aile antérieure de l'abeille et mesure de l'indice cubital

La transgression discoïdale.

La transgression discoïdale concerne aussi l'aile antérieure (figures 2 et 3). Le coin inférieur droit de la cellule discoïdale (CD) est formé de la jonction de trois nervures et dénommé « point discoïdal ». La position de ce point est utilisée pour déterminer la transgression discoïdale.

Pour évaluer la position du point discoïdal, deux traits perpendiculaires sont placés sur l'aile à l'aide de trois repères signalés par un point vert sur les figures. Lorsque le point discoïdal se trouve à droite du trait vertical (vers l'extrémité de l'aile), la transgression est positive ; lorsqu'il se trouve à gauche du trait vertical (en fait, vers le corps de l'abeille), elle est négative (figure 2) ; lorsque le trait passe exactement sur le point discoïdal, la transgression est nulle (figure 3). L'abeille noire est la seule race à présenter une transgression discoïdale négative (ou égale à zéro).

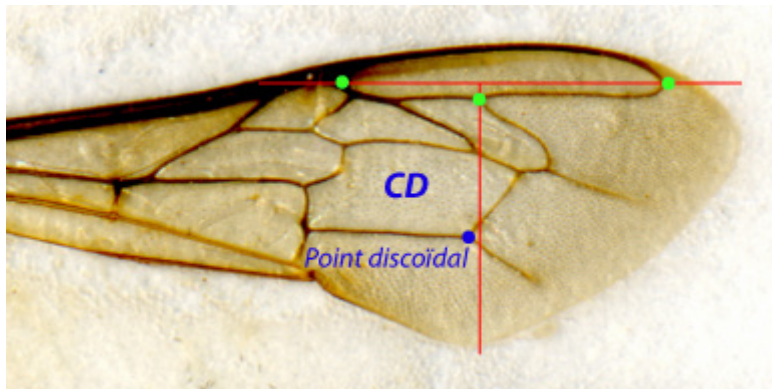


Figure 2 - Aile antérieure de l'abeille et mesure de la transgression discoïdale (ici, la transgression est négative)

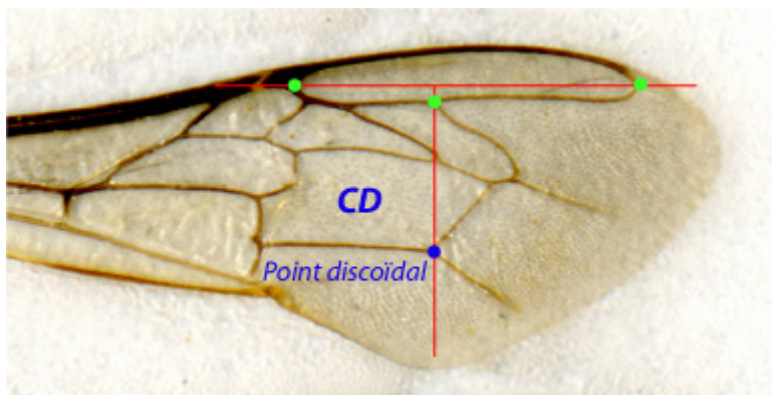


Figure 3 - Aile antérieure de l'abeille et mesure de la transgression discoïdale (ici, la transgression est égale à zéro)

Il est possible de quantifier la transgression discoïdale en mesurant l'angle du décalage par rapport à la verticale. Sur la figure 4, la transgression discoïdale est comprise entre 0 et -2 degrés, soit moins un degré d'angle (valeur négative car le décalage est dirigé vers le corps de l'abeille).

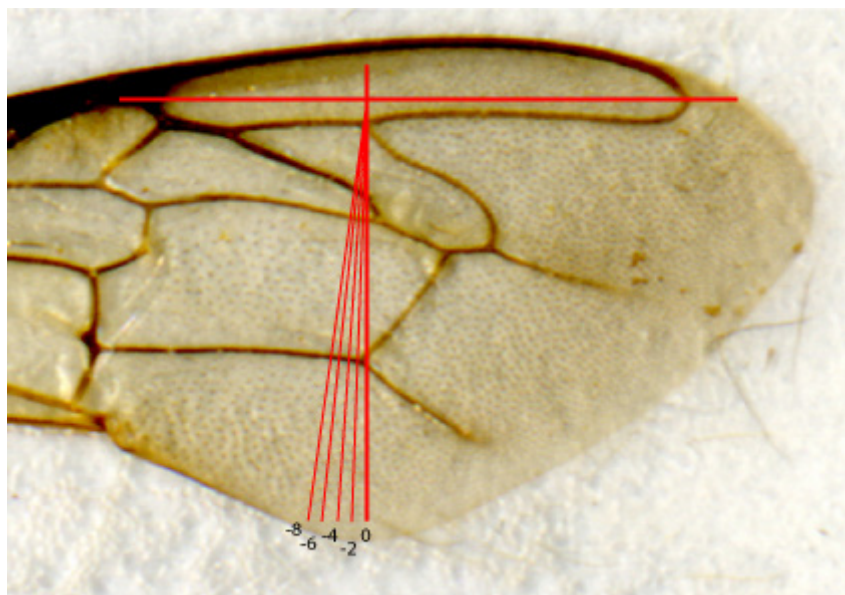


Figure 4 - Mesure de la transgression discoïdale par l'angle de décalage (ou angle discoïdal)

Synthèse des données de biométrie

Ruttner détermine en 1988 que les variétés d'abeilles peuvent être classées en 4 lignées évolutives principales :

- la **lignée M** à l'ouest de l'Europe : de l'Espagne à la Scandinavie (Abeille noire) ;
- la **lignée C** au centre et au nord de l'Europe ;
- la **lignée A** en Afrique ;
- la **lignée O** en Turquie et dans le Caucase.

Chacune de ces lignées s'est diversifiée en plusieurs races. Le document suivant présente la répartition géographique de chaque race et lignée. Pour la race *Intermissa*, les données morphologiques, mitochondriales et nucléaires ne précisent pas vraiment son appartenance à la lignée A ou M.



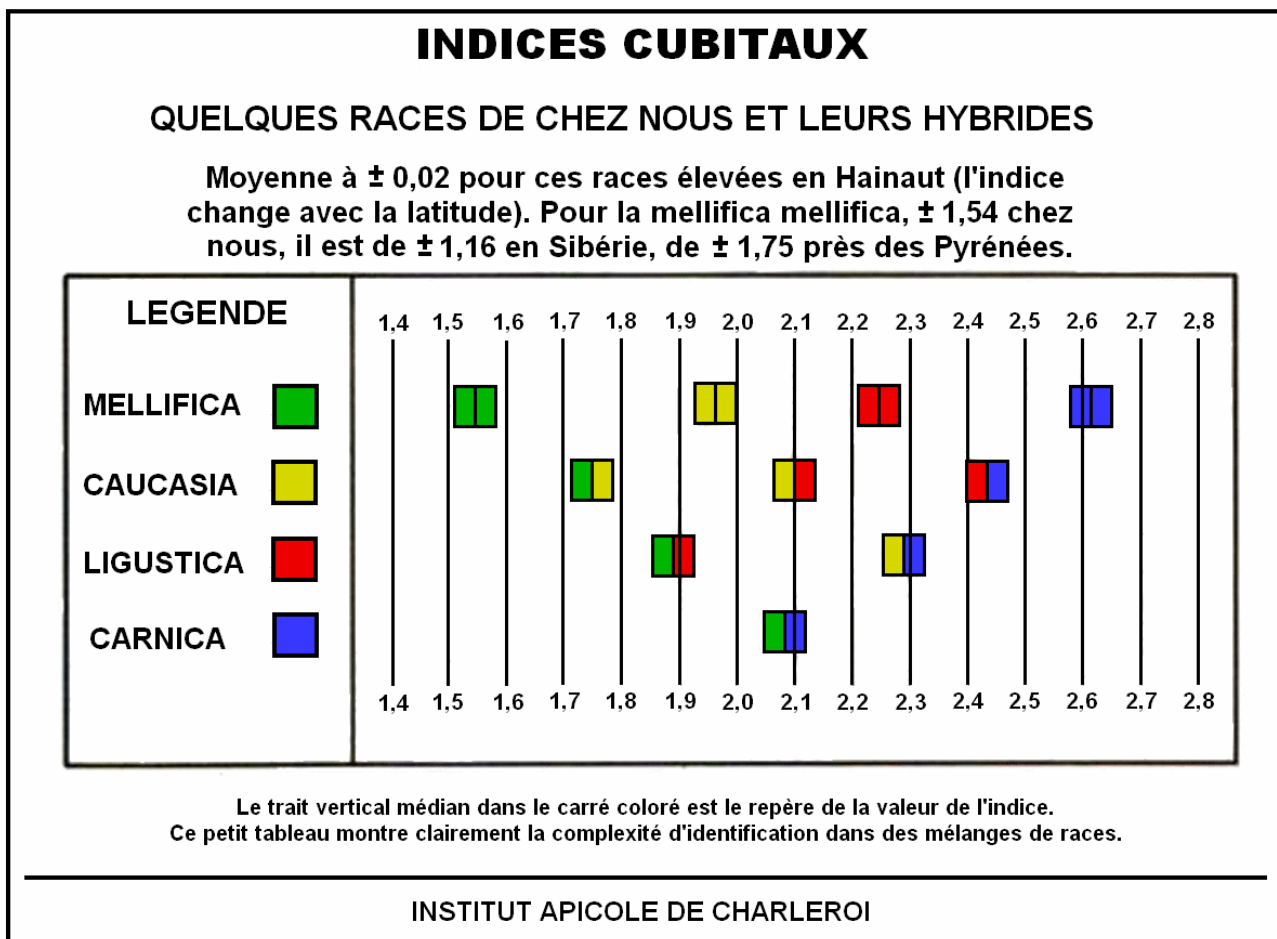
Retrouvez éducol sur



Le tableau ci-dessous présente une synthèse des résultats de biométrie de l'abeille. Les valeurs sont arrondies à 0,5 près.

Lignée	Variété	Moyenne et valeurs extrêmes	Couleur (mm)	Pilosité (mm)	Tomentum (mm)	Langue (mm)	Indice cubital	Transgression discoïdale
C (maternelle)	Buckfast	Moyenne	Proche Ligustica	Proche Ligustica	Proche Ligustica	Proche Ligustica	Proche Ligustica	Positive
C	Ligustica	Moyenne	1,75	0,3	0,85	6,5	2,3	Positive
		Valeurs extrêmes	1,4 - 2,2	0,2 - 0,4	0,8 - 1	6,3 - 6,6	2 - 2,7	
	Carnica	Moyenne	0,35	0,6	0,9	6,6	2,6	Positive
		Valeurs extrêmes	0,2 - 0,6	0,2 - 0,4	0,8 - 1	6,4 - 6,8	2,3 - 3,2	
	Cecropia	Moyenne						
	Cypria	Moyenne	Jaune				6,38	2,72 ± 0,3
O	Anatolica	Moyenne					2,25 ± 0,2	
	Caucasica	Moyenne	0,3	0,3	1	7	2	Nulle
		Valeurs extrêmes	0,2 - 0,4	0,25 - 0,4	0,8 - 1,2	6,7 - 7,2	1,7 - 2,3	
M	Mellifera (abeille noire)	Moyenne	0,25	0,45	0,75	6,3	1,75	Négative
		Valeurs extrêmes	0 - 0,3	0,4 - 0,52	0,6 - 0,8	6 - 6,5	1,4 - 2,1	
A	Intermissa	Moyenne	0,2	0,2	0,6	6,4	2,2	
		Valeurs extrêmes	0,1 - 0,4	0,15 - 0,35	0,5 - 0,7	6,3 - 6,6	2,1 - 2,3	
	Lamarckii	Moyenne	1,53	0,18	0,97	5,82	2,26	
	Sahariensis	Moyenne	1,53	0,2	0,53	5,91	2,71	
	Adansonii	Moyenne	1,52	0,13	0,37	5,58	2,2	
	Syriava	Moyenne	1,59	0,16	0,83	6,44	2,44	
	Meda						2,5 ± 0,2	

Le document ci-dessous présente les indices cubitaux mesurés pour quelques variétés et hybrides mesurés par l'institut apicole de Charleroi.



Sitographie scientifique et pédagogique

- l'Institut Apicole de Charleroi diffuse au grand public de nombreuses informations sur l'apiculture et publie régulièrement des travaux de recherche : <https://iacharleroi.be/>
- Un site internet pour les échanges entre apiculteurs : <https://apihappy.fr/apiculture-abeille/19-definir-des-races-d-abeilles-apis-mellifera-de-la-biometrie-aux-analyses-moleculaires>. Les principales illustrations sont tirées de ce site internet.

Annexes

Fiche technique de Mesurim utilisée habituellement en SVT

Fiche technique d'un tableur / grapheur (Excel, libre office...) utilisée habituellement en SVT

Photographies numériques d'ailes d'abeilles à utiliser avec Mesurim

Retrouvez éducol sur

