

Citizen Science : les données phénologiques des végétaux sont conformes aux critères scientifiques

Les données phénologiques permettent à la science de déterminer plus précisément l'influence du changement climatique sur différentes espèces végétales. Le relevé de ces données est un véritable défi: le nombre d'observateurs professionnels bénévoles est en constante diminution. Une analyse qualitative des données phénologiques des végétaux fournies par les réseaux suisses de Citizen Science « PhaenoNet » et « OpenNature » comparées aux données phénologiques de MétéoSuisse, montre que les données récoltées par des profanes peuvent être utilisées à des fins scientifiques.

Daria Lehmann, Eric Wyss, This Rutishauser, Stefan Brönnimann

Mieux connaître le changement climatique grâce aux observations phénologiques des végétaux



Fig. 1: Les données d'apparition des phases phénologiques, comme par exemple le début de la floraison, permettent de déterminer les réactions des plantes au changement climatique.

La phénologie est l'étude de l'apparition d'événements périodiques dans le cycle de vie des plantes et des animaux et comment ces cycles sont influencés par des variations saisonnières et/ou des facteurs de l'habitat. Dans le contexte de la phénologie des végétaux, on définit le terme de phénophasse par un certain stade du développement d'une plante – exemples de phénophases : début de la floraison ou frondaison de la feuille. L'analyse des données sur l'apparition de ces phénophases contribue à comprendre l'influence du changement climatique sur les végétaux.^{1,2,3}

Le relevé de ces données est un véritable

défi: le nombre d'observateurs professionnels bénévoles est en constante diminution ce qui conduit à une diminution des enregistrements. Pour remédier à cette lacune, on peut intégrer des profanes à la récolte de données. Cette manière de faire, connue à l'international sous l'appellation « Citizen Science » (sciences citoyennes, participatives ou collaboratives) est mise en pratique en Suisse, entre autres, par les réseaux « PhaenoNet » et « OpenNature ». Pour la première fois ces enregistrements ont été vérifiés pour leur qualité.⁴ Lorsque la qualité des données provenant des observateurs profanes est certifiée, alors ces données peuvent être utilisées à des fins scientifiques.

Saisons de la nature animée et inanimée

Sur *OpenNature* les personnes intéressées peuvent déposer leurs observations saisonnières sur les plantes, animaux, champignons, éléments paysagers et événements météorologiques extrêmes, retour des hirondelles, floraisons ou taille des grêlons. *OpenNature* est à la fois un journal personnel d'observation des saisons et une banque de données sur les effets du changement climatique. Ce portail (en allemand uniquement) a été réalisé par plusieurs partenaires sous la conduite de l'Université de Berne (2012–2015) et financé par le Fonds national suisse.



PhaenoNet – Un réseau d'observateurs de la nature et des saisons

Vous êtes-vous déjà posé la question si le noisetier de votre jardin ou le bouleau sur le chemin du travail fleurit ou débouresse plus tôt chaque année? *PhaenoNet* permet d'observer et de saisir les variations saisonnières de végétaux puis de les partager avec d'autres personnes. Sur *PhaenoNet* on peut aussitôt visualiser des évaluations sur les espèces végétales saisies et entreprendre des comparaisons sur plusieurs années. Ces observations sont aussi exploitées par la science. Le réseau *PhaenoNet* (en 3 langues) réunit élèves, étudiants, enseignants, experts, scientifiques et profanes intéressés, qui tous se mettent au service de la phénologie.



Comparaison avec les données de MétéoSuisse

Afin de tirer des conclusions sur la qualité des données phénologiques végétales de Citizen Science, on les a comparées avec les données de l'Office fédéral de météorologie et climatologie MétéoSuisse. Une

saisie dans la banque de données est composée au minimum du nom de l'espèce, de la phénophasse, de la date de début de la phénophasse et des coordonnées du lieu d'observation. Quatre espèces ont été rete-

nues pour l'analyse: érable sycomore, noisetier commun, hêtre commun et bouleau pendant. Les comparaisons entre les sets de données portaient sur une phase spécifique d'une espèce sur une durée définie.

Influences naturelles sur l'apparition des phénophases

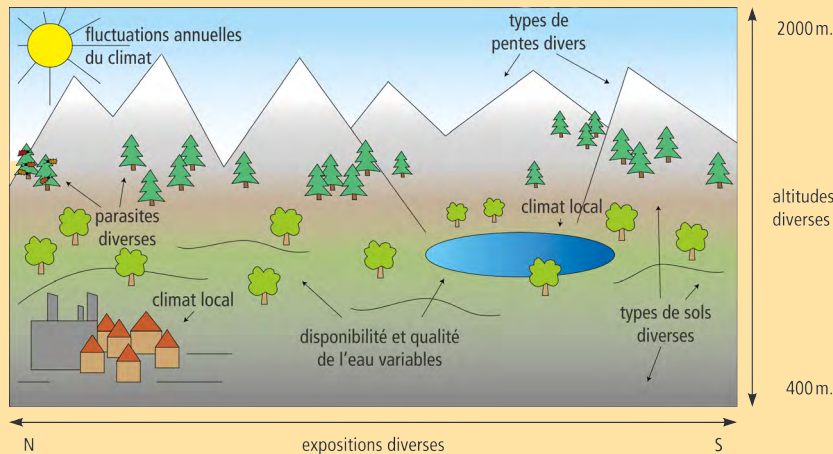


Fig. 2: Issues d'un système naturel complexe, les dates d'apparition des phénophases sont influencées par divers facteurs

Pour tirer des conclusions sur la qualité des données Citizen Science, la comparaison des sets de données doit tenir compte des influences naturelles sur l'ap-

parition des phénophases. Ces influences peuvent être par ex. les variations climatiques annuelles, diverses altitudes, différences topographiques et climatiques locales (pente ou exposition) ou des facteurs écologiques locaux (génétique de l'arbre observé ou type de sol). Le facteur de loin le plus important est l'altitude par rapport au niveau de la mer.^{5,6,7,8} Afin de minimiser l'influence de l'altitude, ce facteur a, dans une deuxième partie de l'analyse, été éliminé au mieux par une régression linéaire. Le manque de métadonnées n'a pas permis d'exclure des facteurs topographiques, climatiques et écologiques locaux.

Des dates d'apparition similaires – néanmoins des différences significatives

Le tableau 1 présente la comparaison des valeurs statistiques entre les sets de données. Ce qui frappe c'est la différence de taille de l'échantillon n des données Citizen Science, souvent très réduite. La différence absolue entre les dates d'apparition moyennes des données MétéoSuisse

et Citizen Science ne dépasse jamais plus de 11 jours.

Les tests t montrent dans trois cas sur huit des différences significatives ($p < 0.05$) entre les données de MétéoSuisse et celles de « PhaenoNet ». En ce qui concerne la comparaison du set de données de MétéoSuisse et

d'« OpenNature » on ne constate aucune différence significative ($p < 0.05$). Si l'on répète les tests t en excluant l'influence de l'altitude, les résultats se modifient dans la mesure où d'autres phases et espèces montrent une différence significative entre les données de MétéoSuisse et de « PhaenoNet ».

Phase	Espèce	MétéoSuisse				PhaenoNet			OpenNature		
		n	\bar{x}	\bar{x}_{niv}	σ	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$	n	$\Delta \bar{x}$	$\Delta \bar{x}_{niv}$
Fronaison des feuilles	Erable sycomore	625	29 avr.	23 avr.	11 j	17	+10 j*	+2 j			
	Noisetier commun	743	17 avr.	12 avr.	14 j	185	+6 j*	± 0 j			
	Hêtre commun	731	24 avr.	21 avr.	10 j	27	-2 j	-6 j*			
	Bouleau pendant	630	20 avr.	14 avr.	13 j	30	+4 j	-2 j			
	Début de la floraison	Noisetier commun	747	16 fév.	08 fév.	23 j	305	+2 j	-8 j*		
	Bouleau pendant	514	17 avr.	12 avr.	16 j	22	+4 j	-3 j			
Floraison générale	Noisetier commun	736	27 fév.	19 fév.	22 j	301	+4 j*	-5 j*			
	Bouleau pendant	494	24 avr.	18 avr.	17 j	17	+3 j	+4 j			
Début de la floraison	Noisetier commun	390	13 fév.	05 fév.	22 j				7	+3 j	+11 j
Floraison générale	Noisetier commun	369	23 fév.	16 fév.	21 j				7	+3 j	-1 j

Tab. 1: Valeurs fondamentales après suppression des valeurs aberrantes. n =taille de l'échantillon, \bar{x} =valeur moyenne des dates d'apparition de la phénophase, σ =écart-type, j =jours, niv =données lissées (exclusion de l'influence de l'altitude), $\Delta \bar{x}$ =différence de la valeur moyenne de MétéoSuisse et de la valeur moyenne des sets de données Citizen Science; lorsque la différence est significative dans un test t hétéroscédastique à deux échantillons ($p < 0.05$), le nombre est marqué par une *. Couleurs: jaune=MétéoSuisse, vert=PhaenoNet, bleu=OpenNature. Les données analysées chez PhaenoNet couvrent les années 2011–2017 et chez OpenNature les années 2014–2017. Les données MétéoSuisse couvrent les périodes correspondantes des sets de données de Citizen Science.

Les différences sont dues à diverses influences naturelles

Malgré les différences entre les sets de données, les données Citizen Science sont plausibles dans une large mesure. On peut justifier les différences des sets de données par divers arguments. Comme le montrent les figures 3 et 4, les observations de « PhaenoNet » et « OpenNature », contrairement à celles de MétéoSuisse, jouissent d'une répartition inégale sur toute la Suisse. Cette circonstance laisse à supposer que diverses influences naturelles agissent sur l'apparition des phénophases, d'autant que ces données sont des moyennes. Une analyse de la répartition altitudinale des lieux d'observation a montré une nette différence entre les trois sets de données. Il est probable que de telles différences pourraient être constatées pour d'autres facteurs d'influence si les données de base existaient.

Un argument supplémentaire qui renforce la plausibilité des données Citizen Science concerne les bornes biologiques définies pour les dates d'apparition des phénophases. MétéoSuisse a élaboré ces bornes pour chaque espèce observée et pour chaque phase. La date d'apparition la plus précoce et la plus tardive détermine un domaine de la plus grande probabilité d'apparition de la phase en question. Ce domaine peut être compris comme une forte expression des facteurs d'influence naturels: s'il est large, les dates d'apparition des phénophases varient beaucoup et l'influence des facteurs naturels sont potentiellement élevés. Ceci explique les différences significatives entre le début de la floraison générale chez le noisetier dans les sets de « PhaenoNet » et MétéoSuisse. La bonne qualité des données Citizen Science se vérifie par la différence d'apparition des phénophases (après exclusion de l'influence de l'altitude) qui ne dépasse pas les onze jours entre les sets de données (voir Tab. 1 et Fig. 5): onze jours représentent une durée relativement courte si on les compare aux écarts-types des données d'apparitions.

Conclusions

Les données de Citizen Science des deux réseaux phénologiques sont de bonne qualité. Les différences entre les données de Citizen Science comparées à celles de



Fig. 3: La répartition spatiale des observations des trois sets de données en Suisse, subdivisée en trois régions. Sont figurées toutes les observations des espèces érable sycomore, noisetier commun, hêtre commun et bouleau pendant pour les années 2011–2017. Alors que les données de MétéoSuisse sont représentatives pour la Suisse, les données Citizen Science ne le sont pas.

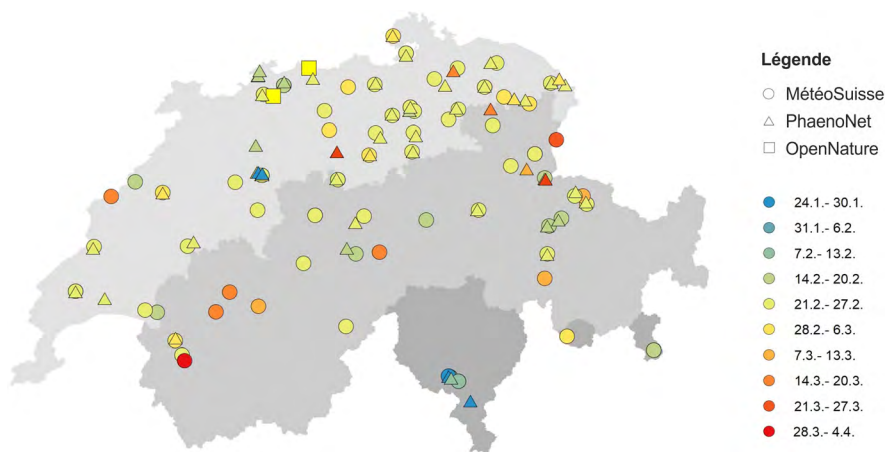


Fig. 4: Répartition spatiale des trois sets de données en Suisse pour la floraison générale du noisetier en 2017. Les observations d'apparition sont cohérentes entre les sets de données. Les observations de Citizen Science ne sont pas représentatives pour le pays car elles ne bénéficient pas d'une répartition régulière en Suisse.

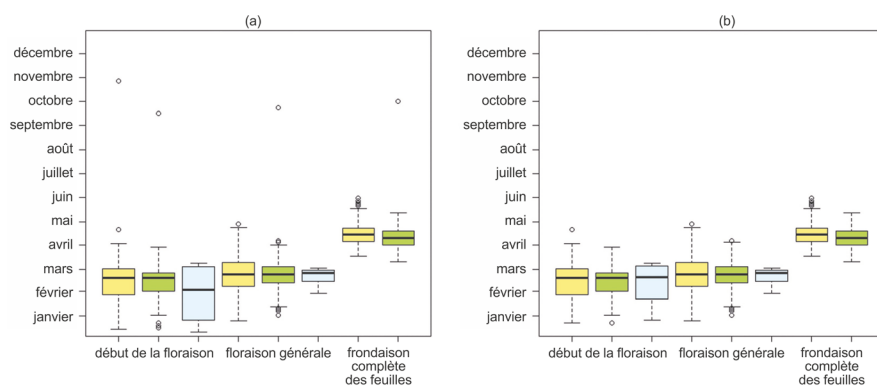


Fig. 5: Boxplots (boîtes à moustaches) pour les apparitions des différentes phénophases du noisetier de 2014–2017 pour les trois sets de données, (a) avant la suppression des valeurs aberrantes et (b) après suppression des valeurs aberrantes. Couleurs: jaune=MétéoSuisse, vert=PhaenoNet, bleu=OpenNature. On remarquera que les données Citizen Science après suppression des valeurs biologiques aberrantes se rapprochent des données de MétéoSuisse. Même les données sans suppression des valeurs aberrantes de Citizen Science correspondent bien aux données de MétéoSuisse.

Recommandations pour l'utilisation des données de phénologie végétale de Citizen Science

- Les valeurs biologiques aberrantes devraient être exclues lors de l'analyse des données de phénologie végétale de Citizen Science (voir Fig. 5).
- Souvent les données Citizen Science sont saisies en abondance pour certaines régions ou certaines altitudes (par ex. 400–800 m) et ne sont donc pas représentatives pour des territoires plus vastes (voir Fig. 3 et 4). Il faut en tenir compte lors de l'analyse
- La récolte de métadonnées (comme par ex. l'exposition ou l'urbanité du lieu d'observation) permet de prendre en considération ces influences lors de l'analyse.
- Pour une analyse scientifique des données de phénologie végétale de Citizen Science, il faudrait disposer d'échantillons de taille adéquate. En conséquence il faut tendre vers des sets de données Citizen Science aussi larges que possible.

MétéoSuisse sont faibles et peuvent être expliquées par des influences naturelles. Il est important de retenir que les données

Citizen Science ne sont pas représentatives de toute la Suisse mais qu'elles couvrent certains spectres d'influences naturelles.

Ceci doit être pris en considération lors de l'utilisation de données Citizen Science.

- 1 Chmielewski, Frank-M. et Thomas Rotzer (2001). "Response of tree phenology to climate change across Europe". In: *Agricultural and Forest Meteorology* 108, p. 101–112.
- 2 Cleland, Elsa E., Isabelle Chuine, Annette Menzel, Harold A. Mooney et Mark D. Schwartz (2007). "Shifting plant phenology in response to global change". In: *Trends in Ecology and Evolution* 22, p. 357–365.
- 3 Walther, Gian-Reto, Eric Post, Peter Convey, Annette Menzel, Camille Parmesan, Trevor J. C. Beebee, Jean-Marc Fromentin, Ove Hoegh-Guldberg et Franz Bairlein (2002). "Ecological responses to recent climate change". In: *Nature* 416, p. 389–395.
- 4 Lehmann, Daria (2017). "Citizen Science: Can layperson-data be used for scientific purposes? Quality analysis of plant phenological data from the networks "PhaenoNet" and "OpenNature" ". BSc Thesis, Université de Berne, 40 p.
- 5 Beaubien, Elisabeth G. et Andreas Hamann (2011). "Plant phenology networks of citizen scientists: Recommendations from two decades of experience in Canada". In: *International Journal of Biometeorology* 55, p. 833–841.
- 6 Gusewell, Sabine (2014). "Phenological responses to changing temperatures: representativeness and precision of results from the Swiss Phenological Network Master Thesis in Biostatistics (STA495) by Sabine Gusewell". Université de Zurich, p. 1–144.
- 7 Körner, Christian, David Basler, Günter Hoch, Chris Kollas, Armando Lenz, Christophe F. Randin, Yann Vitasse et Niklaus E. Zimmermann (2016). "Where, why and how? Explaining the lowtemperature range limits of temperate tree species". In: *Journal of Ecology* 104, p. 1076–1088.
- 8 Pellerin, Maryline, Anne Delestrade, Gwladys Mathieu, Olivier Rigault et Nigel G. Yoccoz (2012). "Spring tree phenology in the Alps: Effects of air temperature, altitude and local topography". In: *European Journal of Forest Research* 131, p. 1957–1965.

Remerciements: nous remercions le Fonds national suisse FNS pour le financement du projet OpenNature, ainsi que l'Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse et l'Office fédéral de l'environnement OFEV pour le financement du projet PhaenoNet. GLOBE Suisse a assumé la coordination de la présente publication. Merci également à tous les observateurs/trices de la nature pour leur engagement, la saisie et la transmission de leurs données.

Layout: Alexander Hermann, Institut de géographie, Université de Berne

Citation: Lehmann, D., E. Wyss, T. Rutishauser et S. Brönnimann (2018) Citizen Science: les données phénologiques des végétaux sont conformes aux critères scientifiques. *Geographica Bernensia* G93, 4 p., DOI:10.4480/GB2017.G93.01

© GEOGRAPHICA BERNENSIA 2018, Institut de géographie, Université de Berne, Suisse

