

PROPOSITION D'UN INDICE DE PERFORMANCE CULTURAL (IPC) AGROÉCOLOGIQUE



Cultures maraîchères à la ferme de Fémé (GE). Photo : Z. Maurer.

Résumé

Un nouvel indice opérationnel, l'Indice de Performance Cultural (IPC), a été créé comme outil d'aide à la décision pour les choix des agriculteurs dans leurs plans de culture. Cet indice évalue le rapport entre la quantité d'engrais azoté absorbée par les plantes et la matière fraîche vendable, tout en tenant compte des coûts du marché des engrais et des prix des produits disponibles à la vente au détail. L'IPC identifie les espèces produisant le chiffre d'affaires de production le plus important par mètre carré en utilisant la plus petite quantité d'engrais azoté. Cet indice est basé sur le principe agroécologique qui encourage l'utilisation d'espèces ou de variétés adaptées à un faible niveau d'intrants. Les légumes les plus performants ont été identifiés en intégrant l'IPC dans le plan cultural d'une exploitation agricole de la région de Genève à titre d'exemple.

INTRODUCTION

Le choix des cultures dans l'agriculture a été déterminé principalement par la demande du marché. En agroécologie, ce choix prend également en compte des facteurs supplémentaires, tels que notamment l'utilisation d'espèces et de variétés adaptées au type de sol et de climat, la diversification des ressources génétiques avec des variétés résistantes et adaptées au bas niveau d'intrants, l'optimisation des flux énergétiques solaires et des stocks de nutriments dans le sol, l'entretien de la fertilité des sols et la réduction de la consommation d'énergie et de ressources en minimisant les pertes (Couturier et al. 2014).

Ce travail propose la création d'une formule mathématique répondant au principe agroécologique du choix de variétés adaptées au bas niveau d'intrants sans négliger l'intérêt économique de l'activité agricole. L'Indice de Performance Cultural (IPC) a donc

été créé pour aider les agriculteurs dans leurs choix culturaux à l'échelle de leur exploitation. Le plan cultural d'une ferme genevoise très diversifiée qui travaille en agriculture biologique a été utilisé pour générer des valeurs pondérales pour chacune des cultures, permettant à son exploitant de réaliser une gestion de son agroécosystème plus durable, tout en étant économiquement plus rentable. L'examen de tous les indicateurs d'efficacité selon l'état de l'art disponible jusqu'à 2014 (Godinot 2014) ne montre aucun indicateur similaire à l'IPC.

CAPTURE DE DONNÉES

Les rendements et les revenus par surface cultivée de 28 espèces maraichères sur 11 modules et 1 tunnel ont été étudiés. Les dimensions des surfaces cultivées utilisées pour l'analyse de données sont tirées du plan cultural de la ferme de Fémé pour l'année 2020.

Les valeurs des rendements moyens par culture ont été tirées du PRIF Suisse (Neuweiler et Krauss 2017). Les rendements de l'agriculture biologique correspondent à 70 % des rendements moyens de l'agriculture conventionnelle en Suisse, cependant, pour des calculs plus précis, il est recommandé de moduler ce chiffre en fonction de chaque espèce. Les prix pour les légumes correspondent au « prix minimum de production-revente » du « Document définitif 2017 pour les légumes en production biologique sur contrat » fourni par M. Patrice Berclaz, chef de l'exploitation. Les valeurs pour les densités de plantation sont les valeurs moyennes. Finalement, le prix de l'azote (N) net utilisé pour cette simulation mathématique est de 6 CHF/kg. Ce chiffre représente un compromis entre le prix moyen par kilo du nitrate d'ammoniaque (1.8 CHF/kg) et le prix d'un fertilisant organique à base de biomasse de champignon (14 CHF/kg) en Suisse.

LA FORMULE MATHÉMATIQUE

La formule présente dans le numérateur le rendement en franc suisse (CHF) par unité de surface de la culture. Dans le dénominateur elle intègre les coûts des unités d'azote nettes assimilables, nécessaires à la plante pour atteindre son rendement habituel. Le résultat du rapport de ces deux éléments est le rendement brut par franc de fumure azotée par culture, sous la forme d'une proportion sans unité. En élevant le rendement de la culture au carré, des pondérations similaires sont évitées pour des légumes qui ont des performances différentes. Il existe en effet toujours la possibilité que des



Les côtes de bettes produisent beaucoup de revenus pour l'agriculteur avec peu d'engrais azoté. Photo : iStock.

cultures avec des rendements élevés et des consommations élevées produisent les mêmes résultats que des cultures à rendements bas, et à consommations de fertilisants moindres. La devise peut bien sûr être adaptée à tout système monétaire.

L'addition de 1/10 000 unités dans le premier dénominateur a pour seul but l'élimination de la possibilité d'avoir des divisions par « zéro ». C'est le cas notamment des cultures n'ayant pas besoin d'engrais azotés, comme les légumineuses. Concrètement, ce chiffre représente le 0,83 % d'une consommation moyenne d'azote pour les légumes du catalogue PRIF « Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse ». (Neuweiler et Krauss 2017).

Le log10 dans la formule sert uniquement à générer un rang de nombres (souvent entre 1 et 5), qui facilite la comparaison des résultats de chaque culture et la prise de décision finale lors des choix pour le plan cultural.

Résultats

Les Tableaux 1 et 2 donnent les différents IPC des cultures en plein champ et en tunnel dans le plan cultural 2021 pour la ferme de Fémé à Genève.

Les épinards se retrouvent en bas de classement avec un IPC de 1,9 alors que les pois, les fèves, les côtes de bettes, les tomates cerises et les haricots ont reçu le meilleur classement avec des IPC de respectivement 3,3; 3,3; 3,3; 3,6 et 4,2.

DISCUSSION

Cet indicateur a permis de classer les 28 espèces de légumes du plan de culture 2021 de la ferme de Fémé, en identifiant ceux produisant le plus de revenus pour l'agriculteur avec le moins d'engrais azoté. Ainsi, certaines légumineuses, comme les

$$IPC \text{ (sans unité)} = \log_{10} \left(\frac{\text{rdmt de la culture}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}}{(1/10'000) + \text{besoin net en N (kg/m}^2\text{)}} \times \frac{\text{prix de la culture (CHF/kg)}}{\text{prix de N (CHF/kg)}} \right)$$

Formule de l'IPC.

Tabl. 1: Plan cultural 2021 pour la Ferme de Fémé avec les IPC des cultures en plein champ

Module	Espèce	Nombre de bandes	Nombre de séries	Plants par série	Total de plants/grains	Densité (plantes/m ²)	Surface utilisée (m ²)	Besoin net en azote (kg/m ²)	Rendement BIO (kg/m ²)	Production (kg/culture)	Nombre de pièces produites	Prix (CHF/kg ou CHF/pièce)	Revenu brut (CHF)	IPC
1	Pommes de terre nouvelle.	6	1	3300	3300	5	660	0,007	2,1	1386	*	3.8	5267	2,6
	Laitue	1	4	275	1100	10	110	0,009	2,45	270	770	1.9	1463	2,3
	Chicorée	0,5	2	275	550	10	55	0,013	2,45	135		3.8	512	2,5
	Chicorée	0,5	2	275	550	10	55	0,011	1,12	62		8	493	2,2
	Chicorée	0,5	2	275	550	10	55	0,013	2,45	135		3.8	512	2,5
	Épinard	0,5	1	11000	11000	200	55	0,016	0,84	46		11.55	534	1,9
	Côte de bette	1	1	770	770	7	110	0,015	7	770		3.9	3003	3,3
	Betterave	1	1	6600	6600	60	110	0,014	4,2	462		2.3	1063	2,7
2	Laitue	1	4	275	1100	10	110	0,009	2,45	270	770	1.9	1463	2,3
	Laitue	0,5	2	275	550	10	55	0,009	2,45	135	385	1.9	732	2,3
	Épinard	0,5	1	11000	11000	200	55	0,016	0,84	46		11.55	534	1,9
	Choux	8	1	3520	3520	4	880	0,013	2,8	2464		2.7	6653	2,4
3	Oignons	8	1	23760	23760	27	880	0,013	4,2	3696		3.45	12751	2,9
	Vesce engrais vert	8	1				880	0					0	-
4	Courges	9	1	792	792	0.8	990	0,013	3,5	3465		3.45	11954	2,7
5	Carotte nouvelle	2	2	16500	33000	150	220	0,01	2,45	539	1347	3.1	4177	2,5
	Fenouil	2	4	825	3300	15	220	0,016	2,8	616		4.6	2834	2,6
	Céleri pomme.	3	1	1980	1980	6	330	0,019	4,2	1386		4.6	6376	2,9
	Panais	1	1	990	990	9	110	0,01	2,1	231		4.6	1063	2,5
6	Haricot nain	2	2	3300	6600	30	220	0	1,05	231		7.7	1779	4,2
	Haricot rame	2	2	1650	3300	15	220	0	1,05	231		7.7	1779	4,2
	Pois mange-tout	2	2	8800	17600	80	220	0	0,35	77		9.25	712	3,3
	Fève	2	1	4400	4400	20	220	0	0,49	108		5.3	571	3,3
7	Radis	2	8	4400	35200	160	220	0,005	2,1	462	2310	2	4620	2,5
	Radis noir	2	1	4400	4400	20	220	0,011	2,8	616		3.4	2094	2,6
	Pak choï	2	4	550	2200	10	220	0,016	2,8	616		3.85	2372	2,5
	Col rave	2	4	660	2640	12	220	0,015	2,8	616		3.85	2372	2,5
	Rutabaga	2	1	1320	1320	6	220	0,012	3,5	770		3.2	2464	2,7
8	Trèfle engrais vert						880	0					0	-
	Poireau	8	1	26400	26400	30	880	0,02	3,5	3080		5,25	16170	2,7
	Lupin blanc engrais vert						880	0					0	-
9	Courge	5	1	550	550	1	550	0,013	3,5	1925		3.45	6641	2,7
	Courgette	2	2	165	330	1.5	220	0,013	3,5	770		3.85	2965	2,8
	Patate douce	2	1	660	660	3	220	0,012	1,4	308		6.7	2064	2,3
10	Carotte rodelika	4	1	44000	44000	100	440	0,011	4,2	1848		3	5544	2,9
	Carotte nantaise	4	1	44000	44000	100	440	0,011	4,2	1848		3	5544	2,9
11	Haricot nain	2	2	3300	6600	30	220	0	1,05	231		7.7	1779	4,2
	Haricot rame	2	2	1650	3300	15	220	0	1,05	231		7.7	1779	4,2
	Pois mange-tout	2	2	8800	17600	80	220	0	0,35	77		9.25	712	3,3
	Fève	2	1	4400	4400	20	220	0	0,49	108		5.3	571	3,3

Un module regroupe 8 bandes et a une surface de 880 m². Une bande représente une surface de 110 m² (1,1m de large par 100 m de long). Le nombre de séries indique le nombre de fois où l'espèce a été plantée par année et par bande. Le nombre total de plantes étudiées est obtenu en multipliant la surface occupée par leur densité de semis et par leur nombre de séries.

Tabl. 2: Plan cultural 2021 pour la Ferme de Fémé avec les IPC des cultures en tunnel

Espèce	Nombre de bandes	Nombre de séries	Plants par série	Total de plants/grains	Densité (pl/m ²)	Surface utilisée (m ²)	Besoin net en azote (kg/m ²)	Rendement BIO (kg/m ²)	Production (kg/culture)	Prix (CHF/kg ou CHF/pièce)	Revenu brut (CHF)	IPC
Tomate	2,5	1	363	363	3	121	0,013	5,6	678	3.85	2609	3,2
Tomate cerise	0,5	1	72,6	72,6	3	24,2	0,013	5,6	136	9.6	1301	3,6
Aubergine	0,5	1	72,6	72,6	3	24,2	0,017	2,8	68	5.75	390	2,6
Poivron	0,5	1	72,6	72,6	3	24,2	0,017	2,8	68	6.9	468	2,7
Concombre	0,5	3	12,1	36,3	1.5	24,2	0,014	2,1	51	4.6	234	2,4
Melon	0,5	2	12,1	24,2	1	24,2	0,014	2,8	68	7	474	2,8
Mâche	5	2	19360	38720	160	242	0,005	0,7	169	23.1	3913	2,6

Une bande représente une surface de 110 m² (1,1 m de large par 100 m de long). Le nombre de séries indique le nombre de fois où l'espèce a été plantée par année et par bande. Le nombre total de plantes étudiées est obtenu en multipliant la surface occupée par leur densité de semis et par leur nombre de séries.

haricots, ont été très bien classés dans ce modèle grâce à leur capacité de symbiose avec les bactéries fixatrices d'azote dans le sol, mais aussi grâce à leur prix particulièrement élevé sur le marché. Cette indication pourrait induire à privilégier cette culture sur l'assolement de la ferme. Cependant, le calcul de l'IPC constitue uniquement l'étape qui précède l'analyse des coûts opérationnels, pouvant préciser la marge brute comparable pour chaque culture. Par exemple, même si les haricots sont les mieux classés selon l'IPC, après prise en compte des coûts élevés de la main d'œuvre pour leur récolte, les côtes de bettes pourraient s'avérer plus rentables. La formule présentée dans ce travail n'est pas immuable. En effet, elle peut continuer son évolution en intégrant d'autres éléments nutritifs, ou les coûts de production, pour générer une vision plus complète de la performance générale de la culture. Ainsi, en intégrant d'autres intrants potentiellement limitants dans la pondération, d'autres familles de plantes pourraient y gagner des points, selon leur capacité à s'en passer. Bien évidemment, si les prix des unités de nutriments changent, les écarts entre les pondérations des légumes changeront aussi.

Les résultats présentés dans ce travail ne peuvent pas être extrapolés à d'autres exploitations. Chaque agriculteur devra nourrir annuellement la formule avec ses propres chiffres pour appréhender au mieux sa propre réalité, intégrant l'adaptation correspondante des prix. Néanmoins, cette formule peut être utilisée sur n'importe quel type de culture et sur différentes variétés d'une même espèce.

Il est également envisageable d'établir un IPC annuel moyen par culture, en utilisant les données moyennes suisses, afin d'obtenir un indicateur



À la ferme de Fémé à Genève, les tomates cerises et les côtes de bettes ont bénéficié des meilleurs classements (hors légumineuses). Photo : IStock.

moyen applicable directement par tous, pouvant être ensuite complété par des calculs plus précis par chaque exploitant.

Finalement, même si des cultures très performantes sont identifiées grâce à l'IPC, il est recommandé de ne pas se baser uniquement sur cet indice dans le choix des cultures. Il pourrait encourager les pratiques monoculturelles, qui présentent des risques évidents, tels que notamment perte de biodiversité, épuisement du sol et problèmes d'adventices et de ravageurs. Une diversification des ressources génétiques et des associations culturales favorisant la résilience du système sont recommandées.

CONCLUSION

L'IPC est un outil d'aide à la décision pour les choix des cultures lors de la réalisation du plan cultural pour les exploitations agricoles. À la ferme de Fémé à Genève, les tomates cerises et les côtes de bettes ont bénéficié des meilleurs classements (hors légumineuses) et les épinards du moins bon classement. Cette information doit être complétée par d'autres éléments, comme les coûts de production ou la rusticité des espèces pour aboutir à une prise de décision sur le choix cultural le plus durable possible en termes économiques et agroécologiques.

Ce travail ouvre également des pistes pour le potentiel établissement de tels indices pour le phosphore, le potassium, voire d'autres nutriments et/ou le besoin hydrique.

À termes, un indice complet intégrant l'ensemble des facteurs les plus importants pourrait aussi être envisagé.

Remerciements

Nous remercions Patrice Berclaz, agriculteur (Ferme de Fémé), ainsi que Nicole Chavaz et Antoine Besson (Maîtres d'enseignement à HEPIA) pour leurs discussions constructives.

Auteur correspondant:

François Lefort, Professeur ordinaire HES,
francois.lefort@hesge.ch,
Tél. +41 (0)22 558 56 93

Adresses des auteurs :

1. Institut terre nature environnement (inTNE), HEPIA, HES-SO//Genève, Route de Presinge 150, CH-1254 Jussy
2. Fondation Antenna, Rue de la Grenade 24, 1207 Genève, Suisse.

Bibliographie

Couturier, C., Doublet, S., Devauchelle, E., Charru, M. et Pointereau, P. (2014) Afterres 2050 un scénario soutenable pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France. Solagro, 63 pp. http://www.alimenterre.org/sites/www.cfsi.asso.fr/files/748_afterres2050-web.pdf

Godinot, O. (2014) Proposition de nouveaux indicateurs d'efficacité d'utilisation de l'azote à l'échelle du système de production agricole et du territoire. 136p. Thèse de doctorat AgroCampus Ouest, Université Européenne de Bretagne, France.

Neuweiler, R. et Krauss, J. (2017) Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF) : 10. Fertilisation des cultures maraichères : Recherche Agronomique Suisse, 8, (6), 2017, 1-16. https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/pdf_archive/2017_06_f_2303.pdf

ANNONCE



Une filiale de Prometterre

2023 - 24

Formation continue en viticulture et œnologie

5 décembre	Places phyto en viticulture - que faire ? 1 jour
7 décembre	Initiation à la taille de la vigne 1/2 jour (matin)
14 décembre	Utilisation et économie d'eau à la cave 1/2 jour (matin)
20 février	Protection de la vigne en viticulture biologique* 1/2 jour (matin)
22 février	œno : vins sans alcool/low alcool 1/2 jour (après-midi)
28 février	Comment gérer ses liquidités ? (viticulture) 1/2 jour (matin)

* Ces cours peuvent compter pour les journées obligatoires de formation à suivre au cours d'une reconversion à BioSuisse.

**Infos et inscriptions : www.prometterre.ch/formations
021 614 24 35 ou formation@prometterre.ch**

Depuis près de 50 ans auprès de vous
en Suisse, dans les cantons de Genève,
Tessin, Valais, Vaud.



**JEAN-CLAUDE
FAY
PÉPINIÈRES
VITICOLES**

Des réponses à vos demandes, de très haut niveau qualitatif :

- un **contrôle total** des vignes mères,
- la **traçabilité et le contrôle sanitaire** rigoureux du matériel,
- les contrôles effectués par un **organisme indépendant**,
- possibilité de **greffer vos sélections**.

PEPINIERES VITICOLES

Après plus de **60 ans d'exercice de notre métier**, nous portons une grande attention à la qualité de nos plants.

+33 (0)6.70.73.98.10.
www.pepinieres-viticoles-fay.fr