



ICO, un indice de la consistance ordinale d’une série statistique

IOC, an index of the ordinal consistency of a statistical series

Louis Laurencelle ^a

^aUniversité du Québec à Trois-Rivières

Abstract ■ Une série numérique générée à partir d’un processus séquentiel montre-t-elle une tendance identifiable (monotonie partielle ou complète), un désordre excessif, ou une simple variance d’erreur? L’indice ICO développé ici et inspiré des travaux de von Neumann (1941) sur la variance permutative répond à cette question. Formules, exemples et valeurs critiques sont inclus. ■ Does a numerical series generated from a sequential process show an identifiable trend (complete or segmental monotonicity), excessive disorder, or plain error variation? The IOC index developed, inspired by the work of von Neumann (1941) in “The mean square successive difference”, answers this question. Formulas, examples and critical values are included.

Keywords ■ Ordinal consistency, monotonicity; data order.

Acting Editor ■ Denis Cousineau (Université d’Ottawa)

louis.laurencelle@gmail.com

[10.20982/tqmp.20.1.p050](https://doi.org/10.20982/tqmp.20.1.p050)

Introduction

Soit une série de n grandeurs obtenues selon l’échantillonnage périodique d’un processus numérique, ces grandeurs étant ensuite converties en rangs de 1 à n selon leurs valeurs relatives dans la série. La structure séquentielle des rangs est-elle homogène, indiquant le fonctionnement stable du processus, ou bien incohérente et soulignant alors un possible disfonctionnement? La série mesurée apparaissant comme X_1, X_2, \dots, X_n pour des rangs r_1, r_2, \dots, r_n , la statistique ICO , pour Indice de Cohérence Ordinale, est :

$$ICO = \sum_{i=1}^{n-1} |r_{i+1} - r_i| - (n - 1), \quad (1)$$

l’expression entre barres verticales indiquant la mise en valeur absolue (i.e. positive) de la différence. Dans une série numérique en ordre strictement croissant, les $n - 1$ écarts entre les rangs successifs seront tous de 1 et l’indice ICO sera de 0, indiquant une monotonie parfaite.

L’indice ICO présenté ci-dessus endosse la forme d’un indice déjà traité dans Laurencelle (2015) et, indirectement, sous l’appellation *Mean Square Successive Difference*

(MSSD) dans Von Neumann et collègues (1941), voire dans Young (1941), et d’autres (voir aussi Laurencelle, 1983, 2012). Les textes déjà parus afférents à cet indice ne le situent pas dans le contexte de questionnement, de traitement statistique et d’interprétation développé ici. De plus, sous leur élaboration savante mais parfois mal uniformisée, ils n’offrent pas pour le calcul et l’interprétation les moyens simples et pratiques que nous proposons ici.

Trois types de situations de mesure sous-tendent le calcul et l’interprétation de l’indice ICO :

- a Les cas où le processus de production aléatoire est immobile, stable, les inégalités (de rangs) enregistrées advenant alors au hasard; l’indice ICO reflète alors la simple variabilité (ou variance d’erreur) du processus.
- b Les cas de processus disciplinés, générant des séquences numériques à variation cohérente de faible dispersion, variation simple ou répétitive et à forme souvent identifiable; une ou quelques chaînes de mesures à progression linéaire de faible degré plus ou moins soutenue, une parabole, une forme exponentielle en sont des exemples. L’obtention d’un $ICO \approx 0$ indique clairement une monotonie partielle ou stricte (si $ICO = 0$) de la série analysée.



c Les cas de processus agités, structurellement incohérents et possiblement auto-réactifs, où les séries apparaissent ininterprétables telles quelles, mathématiquement « sauvages », ou encore, des processus à variation périodique de haute fréquence :

ICO approche alors sa valeur maximale (voir plus loin), Voici un exemple d’une série observée en unités numériques arbitraires, puis convertie en série ordinale de rangs 1 à n :

Exemple 1 :

X_i :	1,80	4,06	17,72	12,36	5,92	20,28	25,54	27,73	10,85
rang (r_i):	1	2	6	5	3	7	8	9	4

Quelle est la consistance, le degré de continuité séquentielle de cette série ordinale ? Relève-t-elle d’une tendance à continuité dominante, comme « 1 3 4 2 5 8 6 7 9 » (Exemple 2, cf. ci-après) ? Ou est-elle follement incohérente, c.-à-d. exagérément rébarbative ou hérissée, comme « 4 6 1 7 2 9 3 5 8 » (Exemple 3) ? C’est à des interrogations de cette sorte que veut répondre la statistique *ICO*.

La consistance ordinale de la série est représentée ici par la régularité simple des intervalles entre les rangs des n mesures observées, sa plus simple expression étant la somme des intervalles, avec soustraction de la valeur $n - 1$ (voir formule 1) : un *ICO* = 0 représenterait une série de rangs régulière et rigoureusement monotone. Pour notre Exemple 1, nous obtenons :

Exemple 1 (suite) :

rang :	1	2	6	5	3	7	8	9	4							
intervalle :	1	+	4	+	1	+	2	+	4	+	1	+	1	+	5	= 19,

la somme des intervalles consécutifs entre les n rangs étant 19, dont on soustrait ensuite $n - 1$, soit $ICO = 19 - (9 - 1) = 11$.

premier tiers de la distribution, *ICO* moyen d’une série aléatoire de $n = 9$ valeurs ordinales étant de $(9 \times 6 + 2)/3$, soit $\approx 18,667$. Les indices de forme distributionnelle sont exactement $\gamma_1 = -0,1114$ et $\gamma_2 = -0,3550$, ces valeurs appuyant une possible normalité approximative de la distribution.²

Pour juger de la portée d’un tel résultat de *ICO* et l’interpréter, les indices statistiques usuels sont disponibles. Les formules vivantes rapportées ci-après, p. ex. médiane, moyenne, variance et indices γ_1 et γ_2 , sont représentatives de la population des $n!$ permutations aléatoires d’une série de rangs 1 à n . Les valeurs paramétriques des indices (Eqs. 2a à 2e) sont exactes. Nous n’avons pas pu déterminer le modèle algébrique pour les indices γ_1 et γ_2 (Eqs. 2f et 2g).¹

La caractérisation contextuelle de *ICO* = 11 pour notre Exemple 1 suggère une certaine régularité, presque une monotonie imparfaite, de la série. Or, admettant que toute série statistique est sujette à de l’erreur ou qu’elle peut être brouillée par de la variation aléatoire (souvent attribuable au procédé d’échantillonnage appliqué), il est prudent de vérifier si la valeur observée de 11 par rapport à la moyenne attendue de 18,667 est exceptionnellement petite. Il convient donc d’en faire le test et de vérifier à quelle probabilité maximale on peut observer ici un *ICO* de hasard aussi faible sous l’hypothèse d’une permutation au hasard des $n = 9$ rangs.

Application, interprétation et ressources

Le test direct selon les seuils de référence. La première solution, la plus sûre pour tester l’exceptionnalité d’un

Qu’en est-il du statut de notre Exemple 1 ci-dessus, quelles en sont les caractéristiques statistiques ? Tel qu’établi déjà, l’Exemple 1 a une taille n de 9 et sa valeur *ICO* est de 11, pour une étendue de valeurs possibles allant de 0 (cf. Eq. 2a) à 31 (cf. Eq. 2b). Situé sous la médiane 19, soit $(9 \times 6 + 3)/3$ (cf. Eq. 2c), notre *ICO* occupe le

1. Le domaine simple des n premiers entiers constituant chaque série, couplé à la mathématique simple des premiers moments, 2b à 2e, de leur distribution, a permis d’en découvrir les fonctions au moyen de régressions linéaires de bas ordre. Quant aux moments d’ordre 3 (γ_1) et 4 (γ_2), nous n’avons pu en décoder les équations

2. Pour ces moments d’asymétrie et de voissure, nous ne disposons des valeurs exactes que pour des tailles de séries de 3 à 12, l’examen exhaustif de 13! permutations différentes ou plus s’étant avéré impraticable pour nous.



$$\text{Minimum} = 0 \tag{2a}$$

$$\text{Maximum} = \left\lfloor \frac{n(n-2)}{2} \right\rfloor \tag{2b}$$

$$\text{Médiane} = \left\lfloor \frac{(n(n-3)+3)}{3} \right\rfloor \tag{2c}$$

$$\text{Moyenne} = \frac{n(n-3)+2}{3} \tag{2d}$$

$$\text{Variance} = \frac{(n-2)(4n-7)(n+1)}{90} \tag{2e}$$

$$\gamma_1 \text{ (asymétrie)} \quad \begin{array}{l} \text{Asymétrie négative légère} \\ -\gamma_1 \leq 0,01 \text{ (} n \geq 260 \text{)}, \leq 0,05 \text{ (} n \geq 80 \text{)}, \leq 0,10 \text{ (} n \geq 18 \text{)}, \leq 0,5 \text{ (} n \geq 7 \text{)} \end{array} \tag{2f}$$

$$\gamma_2 \text{ (voussure)} \quad \begin{array}{l} \text{Platykurtose légère} \\ \gamma_2 \leq 0,01 \text{ (} n \geq 260 \text{)}, \leq 0,05 \text{ (} n \geq 60 \text{)}, \leq 0,10 \text{ (} n \geq 30 \text{)}, \leq 0,5 \text{ (} n \geq 7 \text{)} \end{array} \tag{2g}$$

Note. Les normes présentées pour les séries de tailles n allant de 3 à 12 sont exactes, étant fondées sur les $n!$ permutations des séries : ces permutations exhaustives ont servi à fixer les moments exacts (2a à 2g) de l'ICO. Pour les séries plus longues ($n = 13$ à 500), trois cycles de 250×10^6 à 20×10^6 permutations ont été réalisés pour estimer et, au besoin, ajuster les valeurs critiques présentées.

$ICO(n = 9) = 11$, est le recours à la distribution statistique de la variable ou l'utilisation de tables de valeurs critiques, lesquelles correspondent à des percentiles conventionnels de ladite distribution. Le Tableau A en annexe fournit une telle table : on y trouve les seuils correspondant à cinq niveaux de probabilité extrême, ces seuils étant applicables à un test unilatéral, les cinq premiers ($p = 0,001$ à $0,050$) pour le test de régularité / monotonie, les cinq derniers en miroir ($p = 0,950$ à $0,999$) pour le test de haute variation ou de désordre.

Au Tableau A, ligne $n = 9$, nous lisons $\alpha = 0,001$ $VC = 4$, $\alpha = 0,005$ $VC = 6$, $\alpha = 0,010$ $VC = 7$, $\alpha = 0,025$ $VC = 8$, $\alpha = 0,050$, $VC = 10$. Hélas, le $ICO = 11$ pour l'Exemple 1 est supérieur à 10 et ne rejoint pas le seuil de 0,05, le plus généreux : le résultat ne peut pas être jugé significatif sous ce critère : la série n'est pas exceptionnellement régulière. En fait, l'examen de la distribution de probabilité (exacte) pour une série de $n = 9$ fait état d'une probabilité extrême (pe) de 0,0726 pour l'ICO de 11 tandis que la pe aurait été de 0,0454 pour un ICO de 10. Le résultat du test ne permet donc pas d'accréditer l'hypothèse d'une variation monotone ni à prévalence dominante dans la série examinée. Si l'ICO avait débordé la médiane et s'était approché du maximum 31, un test d'incohérence structurelle ou de périodicité serrée aurait été envisageable. Dans ces cas, la valeur critique supérieure la moins exigeante, au seuil de 0,05 (contre-seuil de 0,95), est de 27, $pe = 0,0468$, alors que la valeur 11 obtenue afficherait une pe de 0,9546. Selon ces deux critères, force nous est d'admettre que la série de l'Exemple 1 ne peut être jugée

que représentative d'une variation d'erreur ordinaire, issue d'un processus stable et sujette à variations purement aléatoires.

Le recours au modèle normal comme approximation à la distribution de probabilité de notre variable ICO fournit un mode de testing automatisable et parfois plus commode, ne requérant que trois ingrédients : la moyenne (Éq. 2d), la variance (Éq. 2e) et une table de l'intégrale normale, disponible sur la plupart des logiciels de calcul. Nos données exploratoires concernant cette question accréditent globalement cette approche.

Revenons à notre Exemple 1, où pour $n = 9$ la moyenne $9 \times (9 - 3) + 2 / 3$ est 18,667 et la variance, $((9 - 2) \times (4 \times 9 - 7) \times (9 + 1)) / 90$, donne 22,556, pour $ICO = 11$. Le test normal simple est alors

$$\begin{aligned} z &= (ICO - \text{Moyenne}) / \sqrt{\text{Variance}} \\ &= \frac{11 - 18,667}{\sqrt{22,556}} \\ &\approx -1,6143, \end{aligned} \tag{3}$$

ayant une valeur de probabilité extrême normale (pe) de 0,0532 (versus la probabilité exacte de 0,0726 donnée ci-dessus : au seuil de 0,05 (ou 5%), le test de monotonie partielle n'est toujours pas significatif.

Le lecteur pourra vérifier les calculs applicables pour les exemples 2 et 3 dont les séries sont présentées ci-après ; elles-mêmes étant de taille $n = 9$, leurs moyennes et écarts-types répètent ceux de l'Exemple 1. Sommairement, nos calculs produisent :



Exemple 2 :

rang : 1 3 4 2 5 8 6 7 9

d'où on obtient $ICO = 8$, pe exacte 0,0160, $z = 2,2460$, pe normale 0,0124.

Exemple 3 :

rang : 4 6 1 7 2 9 3 5 8

ce qui donne $ICO = 28$, pe exacte 0,0238, $z = 1,9652$, pe normale 0,0247.

La nette possibilité d'une organisation serrée des intervalles, donc d'une série ordinale consistante, semble démontrée par l'Exemple 2 : il est légitime de conclure que la régularité y est dominante. Quant à l'Exemple 3, le test est lui aussi statistiquement significatif, mettant à jour un fort égaillage des intervalles, pour ainsi dire, une apparente fibrillation de la série. Par ailleurs, le lecteur aura noté le voisinage des pe ou percentiles exacts rapportés avec ceux dérivés de l'approximation normale. Les données fondatrices fournies au Tableau A confirment cette concordance intéressante des deux approches, laquelle tend à se resserrer pour des séries plus longues.

Épilogue

Le lecteur aura compris que l'indice ICO reflète directement le taux de désorganisation d'une série de rangs, allant d'une série simplement séquentielle, telles (1 2 3 4 5 6 7 8 9) ou (9 8 7 6 5 4 3 2 1) pour $n = 9$ avec $ICO = 0$, tout à fait régulière et typiquement monotone, jusqu'à une série tout à fait désordonnée, telles (5 2 7 2 8 3 9 4 6) ou (6 4 9 1 8 2 7 3 5) avec $ICO = 31$, sa valeur maximale possible. Pour exprimer directement ce niveau de désorganisation ordinale, nous suggérons l'indice $IDO = ICO/Max$ 2b,

la valeur IDO variant alors de 0 (monotonie ordinale complète) jusqu'à 1 (désorganisation maximale). Pour obtenir les statistiques descriptives de IDO , il suffit de diviser les expressions 2a à 2d par 2b, l'expression 2e par 2b², les valeurs fournies en 2f et 2g étant déjà standardisées.

Références

Laurencelle, L. (1983). La variance permutative. *Lettres statistiques*, 7, 1-22.
Laurencelle, L. (2012). Un indice général d'association entre deux variables continues. *The Quantitative Methods for Psychology*, 8, 34-43. doi : /10.20982/tqmp.08.3.p163.
Laurencelle, L. (2015). Un indice d'association non-linéaire entre deux variables continues, en version non-paramétrique. *The Quantitative Methods for Psychology*, 11, 1-7. doi : 10.20982/tqmp.11.1.p001.
Von Neumann, J., Kent, R. H., Bellinson, H. R., & Hart, B. I. (1941). The mean square successive difference. *Annals of Mathematical Statistics*, 12, 153-162. doi : 10.1214/aoms/1177731746.
Young, L. C. (1941). On randomness in ordered sequences. *Annals of Mathematical Statistics*, 12, 293-300.

Appendix : Valeurs critiques de la statistique ICO

N	0,001	0,005	0,010	0,025	0,050	0,950	0,975	0,990	0,995	0,999	Max
3	nil	nil	Nil	nil	nil	nil	nil	nil	Nil	Nil	1
4	nil	nil	Nil	nil	nil	nil	nil	nil	Nil	Nil	4
5	nil	nil	Nil	0	1	nil	nil	nil	Nil	Nil	7
6	nil	0	1	1	2	11	12	nil	Nil	Nil	12
7	0	2	2	3	4	16	17	17	Nil	Nil	17
8	2	4	4	5	7	21	22	23	24	Nil	24
9	4	6	7	8	10	27	28	30	30	Nil	31
10	7	9	10	12	13	34	36	37	38	39	40
11	9	12	14	16	18	42	44	45	46	48	49
12	13	16	18	20	23	50	52	54	56	58	60
13	16	20	22	26	28	59	62	64	66	68	71
14	21	25	28	31	34	69	72	75	76	80	84
15	26	31	34	38	41	80	83	86	88	92	97



16	31	37	40	45	48	91	94	98	100	105	112
17	38	44	47	52	56	103	107	111	113	118	127
18	44	51	55	60	65	116	120	124	127	133	144
19	51	59	63	69	74	129	134	139	142	148	161
20	59	67	72	78	84	143	148	154	157	164	180
21	67	76	81	88	94	158	164	170	173	181	199
22	76	86	91	98	105	174	180	186	190	198	220
23	85	96	102	110	116	190	197	203	208	217	241
24	95	107	113	121	129	207	214	222	226	236	264
25	106	118	124	134	141	225	232	240	246	256	287
26	117	130	137	146	155	244	251	260	265	276	312
27	129	143	150	160	169	263	271	280	286	298	337
28	141	156	163	174	183	283	292	301	308	320	364
29	154	169	177	189	199	304	313	323	330	343	391
30	167	184	192	204	215	325	335	346	353	367	420
31	181	198	207	220	231	347	358	369	376	391	449
32	195	214	223	236	248	370	381	393	401	416	480
33	210	230	239	254	266	394	405	418	426	442	511
34	226	247	257	271	284	418	430	443	452	469	544
35	242	264	274	290	303	443	455	469	478	496	577
36	259	282	293	309	323	469	482	496	506	525	612
37	277	300	311	328	343	495	509	524	534	554	647
38	295	319	331	349	364	522	536	552	563	583	684
39	313	339	351	369	385	550	565	581	592	614	721
40	332	359	372	391	407	579	594	611	622	645	760
41	352	379	393	413	430	608	624	642	653	677	799
42	372	401	415	435	453	638	654	673	685	710	840
43	393	423	437	459	477	669	686	705	718	743	881
44	415	445	461	483	502	700	717	737	751	777	924
45	437	469	484	507	527	732	750	771	785	812	967
46	460	493	509	532	553	765	784	805	819	848	1012
47	483	517	534	558	579	798	818	840	855	884	1057
48	507	542	559	585	606	832	853	876	891	921	1104
49	532	568	586	612	634	867	888	912	928	959	1151
50	557	594	612	639	662	903	924	949	965	998	1200
55	691	734	756	787	814	1092	1117	1145	1164	1202	1457
60	840	890	914	950	981	1298	1326	1359	1381	1425	1740
65	1005	1061	1089	1129	1163	1521	1554	1591	1616	1666	2047
70	1185	1247	1278	1323	1362	1762	1799	1840	1868	1925	2380
75	1379	1449	1483	1533	1577	2021	2061	2108	2139	2202	2737
80	1590	1667	1704	1759	1807	2297	2341	2393	2427	2497	3120
85	1815	1899	1941	2001	2053	2590	2639	2696	2734	2810	3527
90	2056	2148	2193	2259	2316	2901	2955	3016	3058	3142	3960
95	2312	2412	2461	2532	2594	3229	3287	3354	3400	3491	4417
100	2583	2691	2744	2822	2888	3574	3638	3710	3759	3859	4900
105	2871	2987	3043	3127	3199	3937	4005	4083	4136	4243	5407
110	3172	3298	3359	3448	3525	4317	4390	4474	4531	4647	5940
115	3490	3624	3690	3785	3867	4714	4793	4883	4943	5067	6497
120	3823	3966	4036	4138	4226	5129	5213	5309	5374	5505	7080
125	4172	4324	4398	4507	4600	5561	5650	5752	5821	5963	7687
130	4538	4699	4777	4892	4991	6010	6105	6213	6287	6437	8320
135	4919	5089	5172	5293	5398	6477	6577	6692	6770	6929	8977

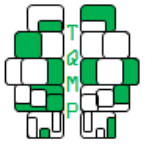


140	5313	5493	5581	5710	5820	6960	7066	7187	7269	7437	9660
145	5724	5915	6007	6143	6259	7461	7572	7701	7788	7965	10367
150	6151	6351	6449	6591	6714	7979	8096	8232	8324	8509	11100
155	6594	6804	6906	7056	7186	8514	8638	8781	8877	9075	11857
160	7053	7273	7380	7537	7673	9067	9196	9346	9446	9652	12640
165	7526	7758	7870	8035	8176	9636	9772	9929	10035	10251	13447
170	8015	8258	8375	8547	8696	10223	10365	10529	10640	10867	14280
175	8521	8774	8897	9077	9231	10827	10976	11147	11263	11500	15137
180	9042	9306	9434	9622	9783	11448	11603	11782	11903	12151	16020
185	9579	9854	9987	10183	10352	12086	12248	12434	12561	12818	16927
190	10133	10418	10557	10761	10936	12741	12910	13105	13236	13504	17860
195	10698	10997	11142	11354	11537	13414	13590	13792	13929	14208	18817
200	11285	11594	11744	11964	12153	14104	14286	14497	14640	14929	19800
210	12497	12833	12995	13232	13436	15534	15730	15958	16111	16426	21840
220	13781	14137	14310	14564	14782	17034	17244	17487	17653	17989	23980
230	15124	15505	15689	15961	16194	18601	18827	19087	19264	19624	26220
240	16524	16935	17133	17422	17671	20238	20478	20757	20945	21328	28560
250	17995	18429	18639	18947	19212	21941	22197	22493	22692	23101	31000
260	19530	19990	20212	20539	20820	23715	23986	24299	24512	24949	33540
270	21127	21612	21850	22196	22493	25555	25843	26176	26400	26861	36180
280	22785	23300	23549	23914	24229	27464	27767	28120	28357	28844	38920
290	24515	25053	25316	25701	26031	29443	29763	30134	30385	30896	41760
300	26303	26871	27145	27550	27898	31487	31825	32214	32478	33020	44700
310	28154	28750	29039	29465	29831	33600	33955	34367	34644	35208	47740
320	30066	30694	30999	31444	31828	35782	36154	36584	36875	37472	50880
330	32047	32704	33021	33488	33890	38033	38422	38873	39179	39803	54120
340	34090	34776	35108	35599	36018	40353	40761	41231	41551	42207	57460
350	36199	36916	37263	37773	38211	42738	43164	43657	43991	44679	60900
360	38365	39120	39482	40013	40471	45192	45636	46150	46500	47218	64440
370	40603	41384	41762	42318	42794	47714	48177	48714	49079	49824	68080
380	42910	43716	44107	44685	45182	50305	50788	51347	51725	52504	71820
390	45276	46117	46524	47121	47637	52962	53463	54044	54437	55245	75660
400	47699	48575	48999	49621	50156	55689	56210	56813	57220	58057	79600
410	50190	51098	51538	52185	52742	58483	59023	59650	60076	60948	83640
420	52746	53688	54146	54816	55392	61346	61907	62557	62996	63900	87780
430	55363	56345	56817	57511	58108	64275	64856	65530	65986	66919	92020
440	58055	59061	59552	60272	60890	67275	67876	68574	69047	70020	96360
450	60803	61848	62357	63100	63738	70340	70963	71684	72175	73182	100800
460	63618	64700	65220	65989	66649	73474	74117	74862	75367	76397	105340
470	66494	67607	68151	68945	69628	76677	77343	78113	78636	79716	109980
480	69439	70589	71147	71968	72670	79945	80632	81427	81968	83075	114720
490	72441	73629	74209	75052	75778	83283	83989	84809	85366	86506	119560
500	75522	76743	77334	78204	78952	86688	87422	88266	88836	90020	124500

Note. Les valeurs critiques présentées pour les tailles n de 3 à 12 sont numériquement exactes, c.-à-d. les quasi inégalités $p(\max ICO) \leq$ valeur critique \leq seuil au tableau gauche, comme celles inversées au tableau droit, sont démontrées. Les valeurs obtenues pour $n = 13$ à 20, studieusement vérifiées par quelques millions de brassages aléatoires, sont « sûres ».

Citation

Laurencelle, L. (2024). ICO, un indice de la consistance ordinale d'une série statistique. *The Quantitative Methods for Psychology*, 20(1), 50-56. doi : 10.20982/tqmp.20.1.p050.



Copyright © 2024, Laurencelle. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Received: 26/02/2024 ~ Accepted: 08/03/2024