

**Nom de l'IP et courte description** : Râle de Virginie (*Rallus limicola*) – indice de reproduction dans un marais émergé. [E7, E18, E24]

**Groupe de travail technique** : GTT sur l'environnement.

**Recherche** : B. Drolet, J. Ingram, J.-L. DesGranges.

**Modélisation** : B. Drolet, J. Ingram, J. Morin, S. Martin, O. Champoux, T. Redder.



**Paramètres de l'indicateur** : L'IP représente un indice du potentiel reproductif dans un marais émergé au cours de la saison de reproduction, fondé sur la capacité de charge, sur une estimation annuelle du nombre de couples reproducteurs potentiels dans le marais émergé pondérée en fonction de la profondeur de l'eau ainsi que de la hausse et la baisse du niveau de l'eau, multipliée par une estimation annuelle de la réussite de la nidification fondée sur la probabilité qu'une femelle reproductrice réussira à produire une couvée, en fonction de l'amplitude des variations du niveau d'eau.

La réponse de l'IP comprend une agrégation des valeurs annuelles de l'indice en une moyenne mobile sur deux ans. Cette technique de lissage sert à réduire les valeurs annuelles extrêmes de l'IP et à incorporer un délai dans la réponse de l'IP aux variations des conditions de l'habitat. L'agrégation des scénarios centennaux de plan s'exprime par la proportion du temps où l'IP dépasse la valeur du premier quartile du plan 1958-DD pour la série d'apport en eau comparable (historique, S1, S2, S3, etc.). On se servira de ce paramètre afin de comparer deux plans de régularisation.

**Niche et importance écologiques** : Dans l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN), on considère la plaine du Saint-Laurent et des lacs Ontario et Érié (RCO 13) d'une importance critique pour le cycle naturel du Râle de Virginie.

**Validité temporelle** : Valide pour la saison de reproduction du Râle de Virginie, de la deuxième semaine de mai à la fin de juillet (du QM 18 au QM 28). L'IP ne tient pas compte des effets cumulatifs des années précédentes.

**Validité spatiale** : Valide pour le lac Ontario, le haut Saint-Laurent (unités 1 et 3) et le bas Saint-Laurent jusqu'au lac Saint-Pierre (sauf le lac Saint-François et le bassin de Laprairie), là où existe un marais émergé.

**Lien avec l'hydrologie** : Le Râle de Virginie construit son nid près du sol, dans la végétation d'un marais émergé; il préfère un habitat de marais inondé, mais il se reproduit aussi près de l'eau, dans la végétation de marais non inondés. La disponibilité de l'habitat de marais émergé a un lien direct avec les réserves d'eau à long terme. La proportion d'habitat marécageux inondé ou à sec et le rythme de variation du niveau de l'eau (crue rapide > 20 cm ou 7,87 po) sont d'autres facteurs hydrologiques annuels d'importance. Au cours de la période de nidification, la hausse du niveau de l'eau peut noyer les œufs et les oisillons, tandis que la baisse peut faciliter l'accès des prédateurs terrestres aux nids.

**Algorithme** : Cet IP subit l'influence d'attributs hydrauliques responsables de la superficie des marais émergés. Plus précisément, son algorithme a été élaboré à partir des valeurs hydrologiques du bas Saint-Laurent (BSL), sur la base d'un modèle bidimensionnel du niveau de l'eau et de la topographie, pour les valeurs de la capacité de charge, et à partir de données du dossier des nids en Ontario et au Québec, soit la chronologie de la nidification, la hauteur des nids et la profondeur de l'eau sous le nid, pour ce qui est du taux de réussite de la nidification. Trois attributs hydrauliques ont été pris en compte : la *profondeur moyenne de l'eau*, la *hausse maximale du niveau de l'eau* et la *baisse maximale du niveau de l'eau*.

L'algorithme de l'IP du succès de reproduction du Rôle de Virginie (indice) s'obtient en multipliant les valeurs de la capacité de charge (nombre estimatif de couples reproducteurs) par le taux de réussite de la nidification.

**Capacité de charge du milieu** : L'algorithme repose sur la relation entre la profondeur de l'eau et la densité en couples reproducteurs, pondérée par le taux de persistance des activités de reproduction à la suite d'une crue ou d'une décrue de l'eau, au moyen d'indices de crue et de décrue (tableaux 1 et 2). Les indices de crue et de décrue ont été déterminés d'après 1) l'indice de crue le plus élevé et l'indice de décrue le plus élevé du niveau de l'eau (en mètre) entre deux quarts de mois au cours de la période d'accouplement; 2) le type de transition avant et après la fluctuation; 3) pour l'indice de décrue, la profondeur de l'eau après la décrue (tableaux 1 et 2).

$$\text{Valeur de la capacité de charge du Rôle de Virginie} = (0,069\ 0 + 0,304\ 0 * PE - 0,192\ 9 * PE^2) * T_{\text{pers}}$$

où : PE = profondeur de l'eau;  $T_{\text{pers}}$  = Taux de persistance calculé d'après la relation non linéaire entre la densité en couples reproducteurs et l'indice de crue (CR) ou de décrue (DE) : Si CR = 0 et DE = 0, alors  $T_{\text{pers}} = 1$ ; si CR = 0,2 et DE = 0, alors  $T_{\text{pers}} = 0,92$ ; si CR = 0,4 et DE = 0, alors  $T_{\text{pers}} = 0,33$ ; si CR = 0 et DE = 0,2, alors  $T_{\text{pers}} = 0,86$ ; si CR = 0 et DE = 0,4, alors  $T_{\text{pers}} = 0,31$ ; si CR = 0,2 et DE = 0,2, alors  $T_{\text{pers}} = 0,79$ ; si CR = 0,4 et DE = 0,2, alors  $T_{\text{pers}} = 0,28$ ; si CR = 0,2 et DE = 0,4, alors  $T_{\text{pers}} = 0,28$ ; si CR = 0,4 et DE = 0,4, alors  $T_{\text{pers}} = 0,10$ ; enfin, si CR > 0,4 ou DE > 0,4 (ou les deux), alors  $T_{\text{pers}} = 0$ . Limites supérieure et inférieures de l'algorithme de la profondeur de l'eau = -0,1 m et 1 m; limite supérieure de la capacité de charge nulle = 0,003 2 ind./0,64ha.

**Tableau 1 : Détermination de l'indice de crue (CR)**

Type de transition	Hausse du niveau d'eau (m)			
	0-0,2	0,21-0,50	0,51-0,70	>0,70
Humide-humide	0	0,4	0,4	0,6
Sec-humide	0,2	0,6	0,8	0,8
Sec-sec	0,6	0,8	0,8	0,8

**Tableau 1 : Détermination de l'indice de crue (CR)**

Type de transition	Hausse du niveau d'eau (po)			
	0-0,08	0,08-0,2	0,2-0,28	>0,28
Humide-humide	0	0,15	0,15	0,24
Sec-humide	0,08	0,24	0,31	0,31
Sec-sec	0,24	0,31	0,31	0,31

**Tableau 2 : Détermination de l'indice de décrue (DE)**

Profondeur de l'eau après la décrue	Type de transition	Baisse du niveau d'eau (m)			
		0-0,2	0,21-0,50	0,51-0,70	>0,70
> 0,45 m	Humide-humide	0	0,2	0,2	0,4
< 0,45 m	Humide-humide	0	0,4	0,4	0,6
s/o	Humide-sec	0,2	0,6	0,8	0,8
s/o	Sec-sec	0,6	0,8	0,8	0,8

**Tableau 2 : Détermination de l'indice de décrue (DE)**

Profondeur de l'eau après la décrue	Type de transition	Baisse du niveau de l'eau (po)			
		0-0,08	0,08-0,2	0,2-0,28	>0,28
> 0,45 m	Humide-humide	0	0,08	0,08	0,15
< 0,45 m	Humide-humide	0	0,15	0,15	0,28
s/o	Humide-sec	0,08	0,24	0,28	0,28
s/o	Sec-sec	0,24	0,28	0,28	0,28

**Taux de réussite de la nidification** : Ce taux repose sur les données estimatives concernant le nombre de nids édifiés, la hauteur des nids et la profondeur de l'eau sous le nid. Les données sur la hauteur des nids ont été rajustées en fonction de la résilience particulière des nids de Râle de Virginie aux inondations et à l'assèchement. Les estimations de la probabilité de perte des nids en raison d'une crue ou d'une décrue ont été établies sur la base d'une relation statistique entre l'amplitude de la variation du niveau de l'eau et la probabilité d'inondation ou d'assèchement du nid. On a établi la variation du niveau de l'eau au cours d'une période d'exposition du nid en calculant les niveaux maximum et minimum de l'eau au cours du quart de mois de l'édification du nid et des cinq quarts de mois qui l'ont précédée (tableau 3). On a utilisé la valeur la plus élevée entre la probabilité d'inondation et la probabilité d'assèchement. On a maintenu constantes les autres variables de reproduction comprises dans l'équation du taux annuel de réussite de la nidification, soit le taux de base de réussite de la nidification (en l'absence d'impact hydrologique) et la probabilité qu'une femelle nidifie de nouveau si la première tentative est infructueuse (taux de renidification).

$$\text{Taux de réussite de la nidification du Râle de Virginie} = n_1 + [(1 - n_1) * \text{tr} * n_2]$$

Où :  $n_1$  ou  $n_2$  = tentative de nidification 1 ou 2, où  $n_i = \text{BN} * (1 - \text{PI})$  ou  $\text{BN} * (1 - (\text{PA} * \text{PEA}))$

BN = Taux de base de réussite de la nidification = 0,5; PI = Probabilité d'inondation du nid (voir le tableau 3); PA = Probabilité d'assèchement du nid (voir le tableau 3); PEA = Probabilité d'échec de la nidification pour cause d'assèchement = 0,5; tr = taux de renidification = 0,4.

**Tableau 3 : Probabilité d'inondation (PI) ou d'assèchement (PA) du nid du Rôle de Virginie**

Hausse du niveau de l'eau (HE; en cm et en po)	Baisse du niveau de l'eau (BE; en cm et en po)	Probabilité d'inondation ou d'assèchement du nid du Rôle de Virginie
Si HE ≤ 20 cm (7,87 po)	et HE > BE	PI = 0
Si HE > 20 cm (7,87 po) et HE < 78 cm (30,71 po)	et HE > BE	PI = 0,422 2 * ln (HE) – 0,835 9
Si HE ≥ 78 cm (30,71 po)	et HE > BE	PI = 1
Si HE < BE	et BE ≤ 12 cm (4,72 po)	PA = 0
Si HE < BE	et BE > 12 cm (4,72 po) et BE < 67 cm (26,38 po)	PA = 0,585 3 * ln (BE) – 1,452 5
Si HE < BE	et BE ≥ 67 cm (26,38 po)	PA = 1

**Données d'étalonnage :** Aucune donnée disponible.

**Données de validation :** Aucune validation externe ou interne n'a été effectuée. Les relations entre le Rôle de Virginie et le niveau de l'eau sont biologiquement significatives et ont été vérifiées dans la documentation scientifique et d'après l'opinion d'experts.

**Bibliographie :**

DesGranges, Jean-Luc, Joel Ingram, Bruno Drolet, Caroline Savage, Jean Morin et Daniel Borcard. 2005. *Lake Ontario - St. Lawrence river water level regulation review: Use of wetland breeding bird evaluation criteria within an integrated environmental response model*, rapport technique définitif de la CMI sur les oiseaux de milieu humide (2000-2004).

**Évaluation des risques et des incertitudes :**

Cet IP se fonde sur les hypothèses suivantes :

- La disponibilité d'un habitat de reproduction et le succès de reproduction sont d'importants facteurs qui influent sur la taille et l'intégrité des populations reproductrices d'une région.
- La conception de l'échantillonnage et les lieux des relevés sont représentatifs des habitats humides de l'ensemble de la zone d'étude.
- Les modèles d'habitat humide donnent une estimation précise et relative de l'habitat de marais émergé.
- Les modèles de densité en oiseaux reproducteurs élaborés à partir des données sur le BSL sont représentatifs de l'ensemble de la zone d'étude.
- Les données hydrologiques par quart de mois sont représentatives des conditions hydrologiques réelles.
- La réponse prévue des oiseaux aux conditions hydrologiques sur la base d'une modélisation statistique est valide.
- La transformation d'un modèle hydrologique bidimensionnel à un modèle unidimensionnel dans le BSL est correcte.

## **Confiance, importance et sensibilité :**

**1) Niveau de confiance :** Nous avons confiance dans les associations entre le niveau de l'eau et les IP relatifs aux oiseaux de milieux humides. Le Rôle de Virginie niche presque exclusivement dans des habitats humides; il est donc sensible aux changements hydrologiques qui ont un impact sur les communautés de plantes de milieu humide. Les résultats de recherches spécifiques sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent et un corpus assez considérable d'écrits scientifiques documentent l'association étroite entre l'occurrence du Rôle de Virginie, la superficie du marais émergé et la profondeur de l'eau. Nous sommes donc confiants que l'IP permet une comparaison relative exacte de la disponibilité d'un habitat de reproduction du Rôle de Virginie et de la qualité de l'habitat dans les divers niveaux d'eau et régimes d'écoulement de la zone d'étude. C'est là le premier niveau d'association hydrologique. Le deuxième a trait à la profondeur et aux fluctuations de l'eau dans les divers habitats à végétation de milieu humide. Là aussi, nos recherches et les résultats publiés confirment l'influence de la profondeur et des fluctuations de l'eau sur la probabilité de la présence et de l'abondance de plusieurs espèces d'oiseaux des milieux humides (IP). L'estimation des habitats humides et celle des oiseaux reproducteurs reposent sur des associations hydrologiques dérivées d'un sous-ensemble de milieux humides à l'étude dont on tire des extrapolations afin de générer des estimations pour l'ensemble de la zone d'étude.

Bien que les variables hydrologiques soient fortement corrélées à l'habitat ainsi qu'à la densité et à l'occurrence des populations d'oiseaux, il y a aussi d'importantes variations qui n'ont pas d'explication hydrologique. Pour évaluer des scénarios centennaux du niveau de l'eau, les modèles de prévision doivent ignorer ou conserver constantes d'autres variables importantes de la population (p. ex. la productivité, la répartition des âges et des sexes) et des variables environnementales (p. ex. la prédation, la disponibilité de la nourriture, la pollution, la présence d'espèces exotiques) qui peuvent aussi influencer sur le succès de reproduction (la capacité de charge de l'habitat et la réussite de la nidification) et exercer une influence sur les populations reproductrices du Rôle de Virginie à l'échelle régionale. Pour ces raisons, il faut considérer les valeurs de l'IP uniquement comme des mesures relatives entre deux plans ou plus (indice).

**2) Importance de l'IP :** Bien que le Rôle de Virginie soit une espèce commune à l'échelle régionale, dans l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN), on considère la plaine du Saint-Laurent et des lacs Ontario et Érié (RCO 13) d'une importance critique pour le cycle naturel de cette espèce. Le Rôle de Virginie est également représentatif d'un groupe d'oiseaux qui se reproduisent en milieu humide et ont besoin d'un habitat de marais émergé faiblement inondé pour se reproduire. Le Rôle de Virginie est une espèce substitutive du Butor d'Amérique (*Botaurus lentiginosus*) et de la Marouette de Caroline (*Porzana carolina*), qui utilisent un habitat semblable à celui du Rôle de Virginie.

**3) Sensibilité de l'IP :** Le Rôle de Virginie est retenu comme IP essentiel parce qu'il manifeste clairement beaucoup de vulnérabilité et de sensibilité à l'évolution du niveau et du débit de l'eau; à ce titre, il devrait servir à évaluer les réponses potentielles de l'environnement aux nouveaux plans de régulation de l'eau.