

Aménagement d'un système d'aération pour les étangs d'irrigation

Caroline Defoy, ingénieure, et **Jonathan Leblanc**, ingénieur junior, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, en collaboration avec l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement et Agriculture et Agroalimentaire Canada

À la ferme, l'eau des étangs est souvent utilisée pour l'irrigation des cultures. À cet égard, l'aération des étangs permet d'améliorer la qualité sanitaire de l'eau qui sera employée pour les cultures.

Le présent feuillet fournit l'information à caractère technique nécessaire à la conception, à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien d'un système d'aération d'étang (voir le schéma ci-contre).

1. PROPRIÉTÉS

L'aération d'un étang a pour effet d'augmenter le taux de mortalité d'*E. coli*. L'expulsion de fines bulles d'air depuis le fond de l'étang provoque un brassage complet de l'étang en brisant la stratification thermique de la colonne d'eau. Le mouvement de l'eau qui est créé expose, au niveau de la surface, les bactéries qui sont ainsi détruites par l'action des rayons UV émis par le soleil.

L'aération permet également de contenir les populations d'algues puisqu'elle prévient la formation d'une couche anoxique à l'interface eau-sédiments et, par le fait même, elle empêche la libération du phosphore présent au fond de l'étang, ce qui le rend moins disponible pour les algues et en limite ainsi le développement.

Enfin, l'aération prévient aussi la solubilisation du fer en provenance des sédiments et, conséquemment, atténue les problèmes liés à la détérioration du matériel ou de l'équipement.

2. COMPOSANTES DU SYSTÈME



Source : Étang.ca

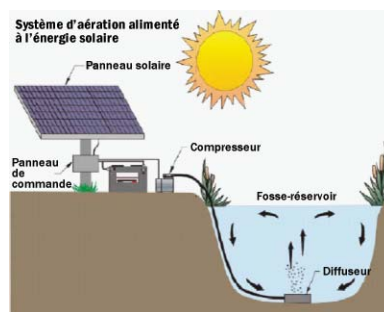
Figure 2 : Diffuseurs ponctuel et linéaire

2.1. Diffuseur d'air

Le diffuseur est un appareil servant à injecter de l'air sous la forme de microbulles. Pour que l'aération provoque un brassage complet de l'étang, l'air doit être insufflé en fines bulles dans la partie la plus profonde, afin de maximiser la circulation de l'eau.

Deux types de diffuseurs sont à privilégier, à savoir :

- le diffuseur ponctuel (membrane ou pierre);
- le diffuseur linéaire.



Source : Agriculture et Agroalimentaire Canada

Figure 1 : Système d'aération d'un étang alimenté à l'énergie solaire.



Source : IRDA

Figure 3 : Compresseur

2.2. Compresseur

Le compresseur apporte l'air au système. Il est important de bien dimensionner l'appareil, de façon qu'il puisse fournir le débit d'air approprié. Le compresseur doit être accouplé à une valve de relâchement qui protégera le compresseur en cas d'obstruction ou de surpression. Lorsque l'appareil est en marche, la valve devrait pouvoir tolérer une surpression de l'ordre de 0,3 bar (5 psi).

2.3. Conduite et clapet de retenue

La conduite d'amenée d'air doit être d'un diamètre suffisant, de manière à limiter les pertes de charge. Une conduite de 19,1 mm (trois quarts de pouce) conviendra à la majorité des étangs. Le PVC ou le polyéthylène sont des matériaux qui sont recommandés en raison de leur rigidité. Un clapet de retenue stoppe le retour de l'eau vers la conduite. Un tuyau de type autocalant d'un diamètre de 12,7 mm (un demi-pouce) doit être rattaché à la partie immergée de la conduite d'air afin de retenir cette dernière au fond de l'étang.

2.4. Panneau de contrôle

Pour éviter les bris ou le vol, le panneau de contrôle doit être installé dans un boîtier de sécurité verrouillable fixé de préférence au mât de soutien des panneaux solaires lorsque le système est alimenté au moyen de ce type d'énergie.

Dans un système alimenté à l'énergie solaire, le compartiment verrouillable peut également contenir les batteries et un régulateur de charge.



Source : IRDA

Figure 4 : Panneau de contrôle

2.5. Batteries et panneaux solaires

Lors de la conception d'un système d'aération alimenté à l'énergie solaire, on détermine le nombre de batteries selon l'énergie nécessaire pour faire fonctionner le compresseur au débit désiré. Des batteries à décharge profonde sont recommandées pour accumuler l'énergie qui assurera le fonctionnement continu du système durant une période de trois jours. Il est à noter que les batteries de six volts ont une plus longue durée de vie lorsque les systèmes se déchargent fréquemment.

Selon le compresseur choisi (de 12 ou de 24 volts), deux batteries seront assemblées en série pour obtenir 12 volts, tandis que, pour un système utilisant une tension de 24 volts, quatre batteries reliées en série permettront d'obtenir 24 volts.

Le nombre de panneaux solaires est établi en fonction des besoins énergétiques du système.



Source : MAPAQ

Figure 5 : Batteries

3. ÉTAPES DE CONCEPTION

Le système doit être conçu pour un fonctionnement continu afin de maximiser l'efficacité du traitement de l'eau et de réduire l'usure prématurée des composantes causée par les fréquents arrêts et démarrages.

3.1. Calcul du volume

On procédera d'abord à la mesure de l'étang dans le but de concevoir un système répondant aux besoins d'aération. Le volume de l'étang, de forme habituellement trapézoïdale, doit être le plus fidèlement possible évalué selon la pente des rives. Il est aussi important de connaître le relief du fond.

3.2. Choix du type de diffuseur

La forme de l'étang oriente le choix du diffuseur. Un diffuseur ponctuel convient aux configurations rondes ou carrées. Pour ce qui est des étangs de forme allongée (ovale ou rectangulaire), le diffuseur linéaire assure une aération sur une plus longue distance. Combiner plusieurs diffuseurs ponctuels représente aussi une option dans le cas d'un étang de forme allongée.

Le diffuseur doit être placé au point le plus profond de l'étang et non pas nécessairement au centre du plan d'eau.

3.3. Pression d'opération

Il faut prêter une attention à la pression du système. Celle-ci dépend de deux facteurs qui s'additionnent, soit la pression de la colonne d'eau et celle qui est liée aux pertes de charge.

$$P_{\text{opération}} = P_{\text{colonne d'eau}} + P_{\text{perte}}$$

Ainsi, la pression engendrée par la colonne d'eau dépend de la profondeur à laquelle le diffuseur est placé. Pour chaque mètre de profondeur, il faut prévoir une pression statique de 0,1 bar ou de 0,43 psi par pied d'eau (ex. : si le diffuseur est placé à 3 mètres [10 pieds] de profondeur, $P_{\text{colonne d'eau}}$ correspond à 0,3 bar [4,33 psi]).

La pression liée aux pertes est en relation avec la résistance à l'écoulement de l'air dans toutes les composantes du système, y compris la conduite, les valves et le diffuseur. Pour la conduite, il faut opter pour un diamètre qui ne produira pas plus de 0,2 bar (3 psi) de perte de charge. L'annexe 1 présente un tableau indicatif des pertes de charge à l'égard d'un tuyau de PVC utilisé comme conduite d'air.

Par exemple, pour un débit de l'ordre de 1,7 litre par seconde (4 pieds cubes par minute) dans un tuyau de 19 mm (trois quarts de pouce), les pertes de charge sont de l'ordre de 0,02 bar par 100 m. Ainsi, pour un tuyau d'une longueur de 1 000 m, la perte de charge atteint 0,2 bar (3 psi). En utilisant un tuyau d'un diamètre supérieur, on pourrait réduire ces pertes de charge.

Lorsque le compresseur est situé à proximité du diffuseur, la P_{perte} est peu importante si le diamètre du tuyau est bien proportionné.

Finalement, parmi les pertes de charge, il faut aussi tenir compte de celles qui sont issues de la pression dans le diffuseur. Le fabricant devrait être à même de fournir cette donnée, mais on peut estimer que cette pression est de l'ordre de 0,14 bar (2 psi).

3.4. Choix du compresseur

Le choix du compresseur dépend du débit nécessaire, de la pression d'opération et des caractéristiques du ou des diffuseurs. Le tableau qui suit répertorie les débits appropriés au regard du volume de l'étang pour des profondeurs inférieures à 4,5 m (15 pi).

Choix du système selon le volume de l'étang

Volume de l'étang (m ³)	Volume de l'étang (en millions de gallons US)	Débit du compresseur (pi ³ /min)
Moins de 2 400	Moins de 600 000	0,5
De 2 400 à 4 800	De 0,6 à 1,2	1,3
De 4 800 à 8 000	De 1,2 à 2	2,9

Source : IRDA

Le nombre et le type de diffuseurs permettent de préciser la taille du compresseur. Cependant, c'est le diffuseur choisi qui détermine le débit réel. Si l'on connaît le débit réel et la pression totale, l'on est en mesure d'établir la puissance du compresseur. Il est toutefois suggéré d'ajouter un facteur de sécurité afin d'accroître légèrement, de l'ordre de 25 %, la capacité du compresseur.

Il est aussi suggéré de placer sur le compresseur un clapet de surpression ainsi qu'un manomètre.

L'annexe 2 présente un schéma qui décrit les éléments à insérer entre le compresseur et le diffuseur.

3.5. Source d'énergie

La proximité de la source d'énergie déterminera si l'on doit alimenter le système à l'énergie solaire ou à l'électricité. De plus, on établira la puissance nécessaire au fonctionnement du système selon les particularités du compresseur.

La source d'énergie à privilégier est l'électricité. Jusqu'à une distance de 1 000 mètres, il est recommandé d'enfouir le tuyau d'air jusqu'à l'étang. Au delà de cette distance, l'utilisation de l'énergie solaire doit être envisagée.

Pour un système exploitant cette dernière énergie, le calcul du nombre de panneaux solaires nécessaires se fait selon la méthode suivante :

1. Wattheures nécessaires = Voltage du compresseur (12V) X Ampérage du compresseur X Nombre d'heures de fonctionnement du système (24 h) X Facteur d'efficacité des batteries (1,1)

2. Nombre de panneaux = Wattheures nécessaires ÷ (Puissance d'un panneau X 4,5 Heures d'ensoleillement moyen par jour)

Exemple :

1. 12 Volts X 3 Ampères X 24 h X 1,1 = **950,4 Wattheures**

2. 950,4 Wattheures ÷ (62 W X 4,5 h) = 3,4 = **3 Panneaux de 62 wattheures**

Pour le Québec, la moyenne d'heures d'ensoleillement quotidien, pour les mois de mai à octobre, est de 6,3 heures par jour. Avec la prise en compte d'un facteur de sécurité, la valeur recommandée pour la conception du système est de 4,5 heures d'ensoleillement par jour pour des systèmes qui fonctionnent de mai à octobre inclusivement.

Lorsqu'on installe un système d'aération à l'énergie solaire, il faut également déterminer le nombre de batteries nécessaires pour assurer un bon fonctionnement par temps nuageux ou au cours des périodes pendant lesquelles les panneaux solaires seront débranchés.

Il est important de se rappeler que le système, pour être efficace, doit fonctionner 100 % du temps, donc jour et nuit durant la saison de production. Pour pallier les jours non ensoleillés, le système doit comporter trois jours d'autonomie.

Le calcul du nombre de batteries se fait à l'aide de l'une des deux formules suivantes :

Capacité de stockage = Puissance X Pourcentage d'utilisation X Durée d'utilisation

Puissance (watts) = Voltage X Ampérage

En conséquence :

36 Watts X 1.0 (100 % du temps) X 72 heures (3 jours) = 2 592 Wattheures

Pour générer 12 volts, il faut minimalement 2 batteries de 6 volts reliées en série ou une batterie de 12 volts. Ainsi, pour obtenir une autonomie de 2 592 wattheures, le système doit miser sur une capacité de 216 ampères-heures (à savoir 2 592 wattheures/12 volts). Nous devons donc opter pour 2 batteries de 6 volts de plus de 216 ampères-heures chacune ou pour une batterie de 12 volts de plus de 216 ampères-heures.

4. INSTALLATION

On fixe le diffuseur au tuyau autocalant et on le dépose dans la partie la plus profonde de l'étang. Il est important que le diffuseur soit placé dans la partie la plus profonde de l'étang, même si ce point ne se trouve pas au milieu de l'étang. Le diffuseur doit être orienté vers le haut et bien stable au fond de l'étang pour assurer une diffusion optimale des bulles vers la surface. Quant à l'autre extrémité du tuyau, elle est fixée au compresseur.

Il importe aussi de protéger le compresseur des intempéries comme de la poussière. Le meilleur endroit pour installer cet appareil est un emplacement situé plus haut que la surface de l'étang, de façon à éviter les retours d'eau, et préférablement dans un compartiment. Ce dernier atténuera le bruit à environ 60 décibels. Il est aussi possible de placer le compresseur près de la source d'électricité et d'utiliser un plus long tuyau d'air.

Si l'endroit où est placé le compresseur est plus bas que la surface de l'étang, il faut installer un clapet de retenue près du compresseur afin de le protéger, puisque l'eau condensée et même l'eau de l'étang pourraient revenir vers l'appareil à l'occasion d'un arrêt du système. Dans cette éventualité, il est suggéré d'insérer une trappe d'eau (voir l'annexe 2). Un seul clapet de retenue suffit, car cette présence ajoute une petite pression de déclenchement qui s'oppose à la contre-pression du compresseur.

Dans le cas d'une installation qui fonctionne à l'énergie solaire, l'emplacement des panneaux solaires doit bénéficier d'un ensoleillement durant un maximum d'heures. On a établi qu'au Québec les panneaux solaires doivent avoir un angle d'inclinaison de 45 à 60 degrés par rapport au zénith et être orientés vers le sud-ouest. Il y a lieu de bien fixer les panneaux à un poteau suffisamment rigide pour résister à la charge du vent. Ce poteau sera bien ancré au sol, dans une base en béton. Aussi, plus les panneaux solaires seront élevés, plus le poteau et la base seront imposants.

5. ENTRETIEN DU SYSTÈME

Un diffuseur à membrane exige peu d'entretien, car il se nettoie de lui-même au moment de l'expansion de la membrane. Cependant, les diffuseurs à pierre linéaires ou ponctuels doivent être lavés à l'aide d'une brosse pour retirer les débris pouvant obstruer les trous d'aération. À ce sujet, une augmentation de la pression de 0,14 à 0,34 bar (de 2 à 5 psi) signifie que le diffuseur peut être obstrué.

L'on recommande d'effectuer un nettoyage préventif annuel pour tous les types de diffuseurs. La méthode de nettoyage est normalement présentée par le fournisseur ou par le fabricant du diffuseur.

Quant au compresseur, il nécessite un entretien annuel. Le filtre à air, le diaphragme, les coupes des pistons et les joints d'étanchéité sont à remplacer selon l'usure. Il est également suggéré de remplacer certains éléments, telles les brosses des compresseurs électriques qui seront changées suivant les recommandations du fabricant.

Lorsqu'on retirera le système pour l'hiver, on verra à vidanger les tuyaux pour éviter les fissures causées par l'alternance du gel et du dégel.

6. COÛTS

Le prix d'un système d'aération électrique est environ de 1 500 \$ à 3 000 \$. Pour un système solaire équivalent, le prix varie de 3 000 \$ à 10 000 \$. Il y a donc un réel avantage à opter pour un système électrique, qui constitue généralement la solution la moins dispendieuse et la plus simple.

On a tout intérêt à obtenir au moins deux soumissions pour un système, puisque les prix varient considérablement d'un fournisseur à l'autre.

7. RÉGLEMENTATION ET PERMIS

L'aménagement d'étangs artificiels (ou de lacs artificiels) doit s'effectuer à l'extérieur d'un lac ou d'un cours d'eau, de ses rives ou d'un milieu humide (étang, marais, marécage, tourbière). L'étang artificiel (ou lac artificiel) aménagé à des fins agricoles nécessite l'obtention préalable d'un certificat d'autorisation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement, s'il est alimenté par un canal d'amenée ou de dérivation relié à un cours d'eau ou à un lac.

Veillez contacter la direction régionale du MDDEP avant d'entreprendre des travaux. Un permis municipal est obligatoire. Tous les autres travaux subséquents (installation d'équipement ou ouvrage) dans de tels étangs ou lacs peuvent également requérir des autorisations. Assurez-vous de détenir toutes les autorisations nécessaires afin d'être en conformité aux autres lois (ex. Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune) et règlements en vigueur.

BIBLIOGRAPHIE

« Formation sur l'aération des étangs d'irrigation » (cahier de formation et DVD) de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).

Fiches de la série « La qualité de l'eau, ça compte! » (AAC) :

- « Comment aérer votre étang-réservoir? » ;
- « Quelques mythes sur l'aération des étangs-réservoirs » ;
- « Pourquoi aérer votre étang-réservoir? » ;
- « Aération des fosses-réservoirs grâce à l'énergie solaire ».

Fiche technique de l'IRDA : « L'aération des étangs pour assainir l'eau d'irrigation ».

Rapport de projet de l'IRDA : « Faisabilité et efficacité de l'aération des étangs d'irrigation comme méthode d'assainissement de l'eau ».

REMERCIEMENTS

Mme Caroline Côté, agronome, Ph. D., IRDA
M. François Chrétien, agronome, M. Sc., AAC
Mme Mylène Généreux, M. Sc., IRDA

M. Jocelyn Marceau, ingénieur, MAPAQ
Mme Suzanne Lepage, biol., M.Sc, MDDEP
Mise en page et graphisme, IRDA

ANNEXE 1 : Tableau indicatif des pertes de charge dans un tuyau de PVC utilisé comme conduite d'air (perte de charge par 100 mètres de longueur)

Diamètre tuyau (po)		1/2		3/4		1	
Diamètre tuyau (mm)		12,7		19,1		25,4	
(L/s)	(cfm)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)	(bar)	(psi)
0,5	1	-	-	-	-	-	-
1	2	0,002	0,25	-	-	-	-
1,7	4	0,06	0,91	0,02	0,22	-	-
3,4	7	0,23	3,29	0,06	0,81	0,02	0,24
5	11	Trop élevée	Trop élevée	0,12	1,71	0,04	0,51
6,7	14	Trop élevée	Trop élevée	0,2	2,9	0,06	0,87
8,4	18	Trop élevée	Trop élevée	Trop élevée	Trop élevée	0,09	1,31
10,1	21	Trop élevée	Trop élevée	Trop élevée	Trop élevée	0,13	1,84

ANNEXE 2

