

La survie et l'inactivation du virus de l'influenza aviaire (IA)

Les facteurs ayant un impact sur la survie du virus de l'IA

La survie du virus de l'IA est déterminée par plusieurs facteurs, tels que la concentration de virus, les composants de la litière, les facteurs environnementaux comme l'humidité, le pH, la température, les conditions météorologiques, etc.

La souche et la concentration virale de départ

- La souche virale et sa pathogénicité peuvent exercer une influence sur la survie du virus.
- Une charge virale qui est susceptible d'être plus élevée dans les zones où un grand nombre d'oiseaux sont hébergés ou aux endroits où les oiseaux ont tendance à se rassembler, comme les sources d'eau ou de nourriture.

Conditions environnementales

- Les conditions fraîches et humides augmentent la survie du virus.
- L'exposition aux rayons ultra-violet (UV) diminue le temps de survie.
- La persistance du virus est réduite à une température et une salinité élevée de l'eau.
- Le virus est sensible à un pH plus faible.

Composants de la litière

- La survie est plus longue dans les fèces que dans la litière de volaille.
- La survie du virus est généralement plus longue dans les litières humides que dans les litières sèches.
- La quantité de litière retirée lors du nettoyage initial réduit potentiellement la concentration virale initiale.
- La quantité de matière organique contaminée, tels que les plumes et l'eau en grande quantité, prolonge le temps d'inactivation du virus.

Données sur la survie du virus de l'IA

Le tableau 1 rapporte la survie de souches du virus de l'IA, mesurée par le moment de l'inactivation du virus, dans différents substrats et selon des températures variables divisées en quatre groupes. Le tableau 2 présente une estimation du temps d'inactivation du virus de l'IA selon la température, considérant les données du tableau 1.

Il est à noter que les études ne tiennent pas compte des fluctuations de température dans les conditions naturelles comme les températures minimales au début de la période de mesure et les cycles de gel et de dégel qui raccourcissent la survie du virus. Il faut aussi considérer que certaines autres incertitudes peuvent faire varier la durée d'inactivation du virus, telle la concentration initiale du virus, la composition de la litière et les facteurs environnementaux comme l'humidité, le pH, les conditions météorologiques, etc.

Tableau 1 : Survie de souches du virus de l'IA sur fèces, litière et matériel biologique de volaille

Souche	Matériel	Survie (jours) selon la température				Références
		~4°C	~10°C	~20°C	≥ 28°C	
H3N6	Fèces de canards diluées dans de l'eau de rivière non chlorée (pH 6,8)	>30		>4		(Webster, Yakhno, Hinshaw, Bean, & Murti, 1978)
H3N2	Fèces de canards	>30		7		
H5N2	Fèces de poulet humides	>35		25°C: 2-7		(Beard, M. Brugh, & Johnson, 1984)
	Fèces de poulet sèches			25°C : 1		
H5N1	Fèces de poulet humides	40			>4	(Shortridge, et al., 1998)
H7N2	Fumier de poulet enrichi	>20		<7		(Lu, et al., 2003)
	Liquide allantoïdien	>240		32	20	
H5N1	Fèces de poulets sèches (pH 8,23 et 13,7% humidité relative)			25°C : <1	40°C : 15 min	(Chumpolbanchorn, Suemanotham, Siripara, Puyati, & Chaichoune, 2006)
H5N1	Fèces de poulets (40% et 80% humidité relative)	13		4		(Choi, 2009)

H5N1	Eau à 0 ¹ , 15 ² et 30 ³ ppm de sel de mer. Estimation (régression linéaire)				26-30 ¹ 282 17-18 ³	(Brown, Swayne, Cooper, Burns, & Stallknecht, 2007)
H6N2	Fumier de poulet			13-28°C : 21		(Guan, et al., 2009)
H5N1	Œufs embryonnés	>100			28°C : 1 56°C : 0,5h	(Shahid, Abubakar, Hameed, & Hassan, 2009)
H9N2	Œufs embryonnés	328		85	37°C : 3 - 5	(Davidson, et al., 2010)
H5N1	Fèces de canards inoculés	6				(Yamamoto, Nakamura, Yamada, & Mase, 2010)
H5N1	Fumier de poulet enrichi		>13	1-2		(Wood, Young, Chappie, Rogers, & Kaye, 2010)
H4N6	Fumier de canard	0°C : 60	21	4	2	(Nazir, Haumacher, Ike, & Marschang, 2011)
H5N1		0°C : 75	16	4	2	
H6N8		0°C : 52	14	7	2	
H1N1			18		1	
Virus IA	Fumier de volaille liquide	105				(Swayne, Suarez, & Sins, 2013)
Virus IA	Fèces de poulet	30-35		7	32°C : 4	
H5N1	Fèces de poulets sèches et humides	56		5	37°C : 1	(Kurmi, Murugkar, Nagarajan, & Tosh, 2013)
H6N2	Fèces de poulets inoculés	30				(Zarkov I. , 2013)

H6N2	Fèces de canards inoculés	18		4 - 8		Zarkov & Urumova, 2013)
H5N1	Fumier de poulet humide	49	05-avr	2		(Christopher & Spackman, 2017)
H5N8	Lisiers de canard	21				(Le Bouquin, et al., 2017)
H4		49				
H5N9	Lisiers de canard	21 – 28 pH 10-12 < 7				(Schmitz, et al., 2017)
H7N1	Litière de poulets de chair avec copeaux de bois		5	2	24 h	(Stephens & Spackman, 2017)
H5N8	Lisiers de canard	49 pH >10 1				(Schmitz, et al., 2020)
H5N9		28 pH >10 1				
H5N8	Litière de poulets de chair			< 72 h		(Figueroa, et al., 2021)
	Litière de dindes			< 72 h		
H6N2	Litière de poulets de chair			< 36 h		
	Litière de dindes			< 24 h		

h : temps en heures

Tableau 2 : Survie de souches du virus de l'IA sur autres matériaux

Souche	Matériel	Survie (jours) selon la température				Références
		~4°C	~10°C	~20°C	≥ 28°C	
H13N7	Acier	Température ambiante non spécifiée		72 h		(Tiwari, Patnayak, Chander, Parsad, & Goyal, 2006)
	Latex			72 h		
	Carrelage			72 h		
	Bois			24 h		
	Botte en caoutchouc			24 h		
	Pneu			72 h		
	Plateau à œufs (carton)			6		
	Coquille d'œuf			72 h		
	Tissu en coton			24 h		
	Tissu en polyester			< 24 h		
	Plume			6		
	Plastique			72 h		
H1, H3, H5, H7	Surface plastique			1		(Bandou, Hirose, Nakaya, & Miyazaki, 2022)
	Peau humaine			4,65 h		

h : temps en heures

Tableau 3 : Survie de souches du virus de l'IA dans l'eau

Souche	Matériel	Survie (jours) selon la température				Références	
		~4°C	~10°C	~20°C	≥ 28°C		
H5N2	Eau salée, pH 7,93	-20 °C et -30 °C > 12 mois				(Shoham, Jahangir, Ruenphet, & Takehara, 2012)	
	Eau saumâtre, pH 8,4						
	Eau fraîche, pH 7,1						
H7N1	Eau salée, pH 7,93	-20 °C et -30 °C > 12 mois					
	Eau saumâtre, pH 8,4						
	Eau fraîche, pH 7,1						
H5N1	Eau			94-158	94-128		(Swayne, Suarez, & Sins, 2013)
H5N1	Eau d'étang	>60	56	21			(Domanska-Blicharz, Minta, Smietanka, Marché, & van den Berg, 2010)
	Eau de rivière	>60	>60	32			
	Eau de mer	>60	>60	60			
	Eau de mer non filtrée	39	39	14			
	Eau distillée	>60	>60	>60			
H3N8	Eau distillée			194	66	(Stallknecht, Shane, Kearney, & Zwank, 1990)	
H4N6				207	80		
H6N2	Eau distillée Estimation (régression linéaire) basée sur une période de test de 60 jours (*91 jours), pH 8,2, faible salinité			176	98		
H12N5				126	30		
H10N7		1333*		146	102		

H6N2	Eau d'osmose inverse (*37°C)	184-696		78-136	43-56*	(Graiver, Topliff, Kelling, & Bartelt-Hunt, 2009)
	Lixiviât de décharge méthanogène (*37°C)	192-526		29-44	23-29*	
H4N6	Sédiment du lac	0°C : 66	43	18	11	(Nazir, Haumacher, Ike, & Marschang, 2011)
H5N1		0°C : 118	47	13	7	
H6N8		0°C : 394	54	17	5	
H1N1			19		4	

Tableau 4 : Sommaire du temps estimé d'inactivation du virus de l'IA selon la température

Température	Temps inactivation estimé (jours)	Temps dans des conditions idéales (jours)
~4°C	~ 60	451
~10°C	~21	124
~20°C	~7	< 39

Référence: (CFIA - ACIA, 2022)

Effet du compostage sur le virus de l'influenza aviaire

Pour assurer une inactivation suffisante du virus de l'IAHP pendant le processus de compostage, la combinaison du temps et de la température recommandée et la manipulation de l'andain, en évitant le retournement de la matière au cours de la première étape du compostage, doivent être respectées.

En raison de la perte de chaleur dans l'environnement ambiant, la surface du compost peut avoir une température inférieure à celle de son centre. Une couche supérieure isolante peut avoir un effet significatif sur l'efficacité de l'élimination du virus en réduisant la perte de chaleur de l'andain.

En supposant que la température de surface reflète le pire scénario indiquant la température la plus basse et par conséquent l'inactivation du virus le plus faible, la surveillance de la température de surface peut être utilisée comme paramètre de contrôle pour la réduction du virus pendant le compostage. Dans ce cas, la température de surface doit être maintenue au-dessus de 35 °C pendant au moins 7,6 h.

Tableau 5 : Survie du virus de l'IA lors du compostage à différentes températures

Souche	Matériel utilisé pour le compost	Survie (heures) du virus à différentes températures		
		35°C	45°C	55°C
H7N1	Compost de fumier volaille et de paille	6,4	1,7	0,5
	Compost de fumier, d'œufs de volaille et de paille	7,6	9,8	0,5

Référence: (Elving, Emmoth, Albihn, Vinnerås, & Ottosona, 2012)

Procédés pour l'inactivation et l'élimination du virus de l'IA

Environnement des oiseaux

L'inactivation et l'élimination du virus de l'influenza aviaire trouvé dans l'environnement des oiseaux est essentiel pour le contrôle d'une infection.

Ils peuvent être faits par une approche intégrée qui inclut un chauffage des bâtiments de 90 à 100°F (32 - 38°C) pour une semaine, un retrait et une élimination adéquate du fumier et de la litière, un lavage et une désinfection des poulaillers et des équipements et un respect d'une période de vide sanitaire avant le repeuplement des bâtiments.

La plupart des désinfectants commerciaux disponibles sur le marché inactivent le virus, lorsqu'utilisé à la concentration recommandée par le fabricant (Swayne, Suarez, & Sins, 2013).

Aliments

La pasteurisation et la cuisson sont efficaces pour inactiver le virus dans les aliments. Les temps de cuisson pour la viande de volaille, comme recommandé par le USDA, qui permettent d'atteindre une température interne de la viande de 165°F et une pasteurisation (55,6°C à 63,3°C pour 210 à 372 s) sont adéquate pour tuer le virus de l'influenza aviaire (Swayne, Suarez, & Sins, 2013).

Tableau 6 : Survie du virus de l'IA sur les aliments à différentes températures

Souche	Matériel	Survie (jours) selon la température				Références
		~4°C	~10°C	~20°C	≥ 28°C	
H7N1	Viande de volaille	210 - 270		50 - 60		(Beato, et al., 2012)
H4N6	Viande de canard		11		2	(Nazir, Haumacher, Ike, & Marschang, 2011)
H5N1			14		2	
H6N8			12		2	

Souche	Matériel	Survie (jours) selon la température				Références
		~4°C	~10°C	~20°C	≥ 28°C	
H1N1			12		1	

Lisiers

Trois méthodes de traitement du lisier sont autorisées et réglementées en France pour assurer l'inactivation du virus:

1. Le traitement dans une structure de méthanisation;
2. Le traitement à la chaux afin de maintenir un pH compris entre 10 et 12 pendant 7 jours;
3. L'assainissement naturel du lisier par stockage pendant au moins 60 jours avant épandage dans les champs (Schmitz, et al., 2020).

Références

Bandou, R., Hirose, R., Nakaya, T., & Miyazaki, H. (2022, 03). Higher Viral Stability and Ethanol Resistance of Avian Influenza A(H5N1) Virus on Human Skin. *Emerging Infectious Diseases*, 28(3), 639-649. Retrieved from <https://doi.org/10.3201/eid2803.211752>.

Beard, C. W., M. Brugh, M., & Johnson, D. (1984). Laboratory studies with the Pennsylvania avian influenza viruses (H5N2). Proceedings Annual Meeting-United States Animal Health Association.

Beato, M., Mancin, M., Bertoli, E., Buratin, A., Terregino, C., & Capua, I. (2012, 08 01). Infectivity of H7 LP and HP influenza viruses at different temperatures and pH and persistence of H7 HP virus in poultry meat at refrigeration temperature. *Virology*, 433, 522-527. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.virol.2012.08.009>

Brown, J., Swayne, D., Cooper, R., Burns, R., & Stallknecht, D. (2007, 03). Persistence of H5 and H7 avian influenza viruses in water. *Avian Diseases*, 51(1), 285-289. doi:10.1637/7636-042806R.1

CFIA - ACIA. (2022, 04 21). Persistence of Avian Influenza Virus. *Animal Health Risk Assessment and Intelligence*. Canada.

- Choi, Y. R. (2009). *Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 virus persistence testing and evaluation of liquid decontamination technologies*. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency.
- Christopher, S., & Spackman, E. (2017, 09 15). Thermal Inactivation of avian influenza virus in poultry litter as a method to decontaminate poultry houses. *Preventive Veterinary Medicine, 145*, 73-77. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.06.012>
- Chumpolbanchorn, K., Suemanotham, N., Siripara, N., Puyati, B., & Chaichoune, K. (2006, 01). The effect of temperature and UV light on infectivity of avian influenza virus (H5N1, Thai field strain) in chicken fecal manure. *Southeast Asian J Trop Med Public Health, 102*-105. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16771220/>
- Davidson, I., Nagar, S., Haddas, R., Ben-Shabat, M., Golender, N., Lapin, E., . . . Perk, S. (2010, 10 17). Avian Influenza Virus H9N2 Survival at Different Temperatures and pHs. *Avian Diseases, 54*(1), 725-728. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/40601148>
- Domanska-Blicharz, K., Minta, Z., Smietanka, K., Marché, S., & van den Berg, T. (2010, 03). H5N1 High Pathogenicity Avian Influenza Virus Survival in Different Types of Water. *Avian Diseases, 54*(1), 734-737. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40601150>.
- Elving, J., Emmoth, E., Albihn, A., Vinnerås, B., & Ottosona, J. (2012, 03 02). Composting for Avian Influenza Virus Elimination. *Applied and Environmental Microbiology, 78*(9), 3280-3285. doi:10.1128/AEM.07947-11
- Figueroa, A., Derksen, T., Biswas, S., Nazmi, A., Rejmanek, D., & Crossley, B. (2021, 03). Persistence of low and highly pathogenic avian influenza virus in reused poultry litter, effects of litter amendment use, and composting temperatures. *Journal of Applied Poultry Research, 1*-11. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617120300933>
- Graiver, D., Topliff, C., Kelling, C., & Bartelt-Hunt, S. (2009, 04). Survival of the Avian Influenza Virus (H6N2) After Land Disposal. *Environmental Science & Technology, 43*(11), 4063-4067. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/es900370x>
- Guan, J., Chan, M., Grenier, C., Wilkie, D., Brooks, B. W., & Spencer, J. L. (2009, 03 01). Survival of Avian Influenza and Newcastle Disease Viruses in Compost and at Ambient Temperatures Based on Virus Isolation and Real-Time Reverse Transcriptase PCR. *Avian Diseases, 26*-33. Retrieved from <https://doi.org/10.1637/8381-062008-Reg.1>
- Kurmi, B., Murugkar, H., Nagarajan, S., & Tosh, C. (2013, 05 15). Survivability of Highly Pathogenic Avian Influenza H5N1 Virus in Poultry Faeces at Different Temperatures. *Indian Journal of Virology, 24*(2), 272-277. doi:10.1007/s13337-013-0135-2

- Le Bouquin, S., Schmitz, A., Pertusa, M., Scoizec, A., Rousset, N., & Eterradossi, N. (2017, Octobre 4). *Évaluation de la survie des virus Influenza aviaires H5N8 dans les lisiers d'élevages de palmipèdes gras*. (Anses, Ed.) Retrieved 01 06, 2022, from Le Bulletin épidémiologique santé animale - Alimentation: <https://be.anses.fr/fr/issues/2017>
- Lu, H., Castro, A. E., Pennick, K., Liu, J., Yang, Q., Dunn, P., . . . Henzler, D. (2003). Survival of Avian Influenza Virus H7N2 in SPF Chickens and Their Environments. (A. A. Pathologists, Ed.) *Avian Diseases*(47), 1015-1021. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/1593384>
- Nazir, J., Haumacher, R., Ike, A., & Marschang, R. (2011, 07). Persistence of Avian Influenza Viruses in Lake Sediment, Duck Feces, and Duck Meat. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(14), 4981-4985. doi:doi:10.1128/AEM.00415-11
- Schmitz, A., Pertusa, M., Le Bouquin, S., Rousset, N., Ogor, K., LeBras, M.-O., . . . Niqueux, E. (2020, 11 24). Natural and Experimental Persistence of Highly Pathogenic H5 Influenza Viruses in Slurry of Domestic Ducks, with or without Lime Treatment. (C. f. Christopher A. Elkins, Ed.) *Applied Environmental Microbiology*, 1-14. Retrieved from <https://doi.org/10.1128/AEM>
- Schmitz, A., Rousset, N., Le Bouquin, S., Le, M., K., O., Le-Bras, M., . . . Eterradossi, N. (2017). Gestion des lisiers de palmipedes contamines par les virus influenza aviaires H5 HP : recensement des pratiques et evaluation experimentale de la survie du virus. *Douzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras* (pp. 188-192). Tours: ANSES.
- Shahid, M., Abubakar, M., Hameed, S., & Hassan, S. (2009, 05 28). Avian influenza virus (H5N1); effects of physico-chemical factors on its survival. *Virology Journal*, 6(38), 1-6. doi:10.1186/1743-422X-6-38
- Shoham, D., Jahangir, A., Ruenphet, S., & Takehara, K. (2012). Persistence of Avian Influenza Viruses in Various Artificially Frozen Environmental Water Types. (M. L. Perdue, Ed.) *Influenza Research and Treatment*, 2012, 11. doi:10.1155/2012/912326
- Shortridge, K., Zhou, N., Guan, Y., Gao, P., Ito, T., Kawaoka, Y., . . . Webster, R. (1998). Characterization of Avian H5N1 Influenza Viruses from Poultry in Hong Kong. *Virology*, 252, 331-342. doi:10.1006/viro.1998.9488.
- Stallknecht, D., Shane, S., Kearney, M., & Zwank, P. (1990, 04). Persistence of Avian Influenza Viruses in Water. *Avian Diseases*, 34(2), 406-411. doi:<https://www.jstor.org/stable/1591428>

- Stephens, C., & Spackman, E. (2017, 04 24). Thermal Inactivation of avian influenza virus in poultry litter as a method o decontaminate poultry houses. *Preventive Veterinary Medicine*, 145, 73-77. doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.06.012>.
- Swayne, D., Suarez, D., & Sins, L. (2013). *Chapter 6 Influenza - Diseases of Poultry 13th Edition* (13th ed.). John Wiley & Sons.
- Tiwari, A., Patnayak, D., Chander, Y., Parsad, M., & Goyal, S. (2006, 06). Survival of two avian respiratory viruses on porous and nonporous surfaces. *Avian Diseases*, 50(2). doi:10.1637/7453-101205R.1.
- Webster, R., Yakhno, M., Hinshaw, V., Bean, W., & Murti, C. (1978, 02). Intestinal influenza: Replication and characterization of influenza viruses in ducks. *Virology*, 84(2), 168-178. doi:10.1016/0042-6822(78)90247-7
- Wood, P., Young, C., Chappie, D., Rogers, J., & Kaye, J. (2010). Environmental Persistence of a Highly Pathogenic Avian Influenza (H5N1) Virus. *Environmental Science & Technology*, 44(19), 7515-7520. doi:10.1021/es1016153
- Yamamoto, Y., Nakamura, K., Yamada, M., & Mase, M. (2010, 08). Persistence of Avian Influenza Virus (H5N1) in Feathers Detached from Bodies of Infected Domestic Ducks. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(16), 5496-5499. doi:10.1128/AEM.00563-10
- Zarkov, I. (2013). Survival of avian influenza virus h6n2 in faecal samples of chickens experimentally infected. *Trakia Journal of Sciences*, 11(1), 91-94. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/312623246_Original_Contribution_SURVIVAL_OF_AVIAN_INFLUENZA_VIRUS_H6N2_IN_FAECAL_SAMPLES_OF_CHICKENS_EXPERIMENTALLY_INFECTED
- Zarkov, I., & Urumova, S. (2013). Effects of humidity and temperature on avian influenza virus H6N2 persistence in faecal samples from experimentally infected ducks (*Anas platyrhynchos*). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 164(7), 343-347. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/289074607_Effects_of_humidity_and_temperature_on_avian_influenza_virus_H6N2_persistence_in_faecal_samples_from_experimentally_infected_ducks_Anas_platyrhynchos