



Le **RAP**

RÉSEAU D'AVERTISSEMENTS PHYTOSANITAIRES

Leader en gestion intégrée
des ennemis des cultures

FICHE TECHNIQUE | MALHERBOLOGIE

La dérive des pesticides causée par les inversions de température

Dérive des pesticides

Inversion de température de l'air

En situation normale

En situation d'inversion thermique

En conséquence

Détection des inversions

Le mouvement des pesticides d'une cible vers une autre non souhaitée constitue un réel problème, et ce, depuis le début de l'utilisation des pesticides en agriculture. La fréquence des situations de dérive avec des pesticides tels les herbicides auxiniques (ex. : 2,4-D), et plus récemment, avec le dicamba sur des cultures tolérantes (soya, maïs), auront nécessité l'étude des facteurs qui contribuent à accentuer ce phénomène. L'inversion de température de l'air représente l'un de ces facteurs et sera brièvement décrite dans le présent document.

Dérive des pesticides

La dérive des pesticides se définit comme étant « le transport par voie aérienne de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides hors de la zone ciblée par le traitement. Plus les gouttelettes pulvérisées sont fines, plus la distance qu'elles peuvent parcourir avant leur dépôt est grande ».

La dérive des produits phytosanitaires appliqués aux champs est influencée par de nombreux facteurs, à la fois contrôlables (ex. : largeur et hauteur de la rampe d'épandage, type et orientation des buses, pression de pulvérisation, formulation du pesticide) et incontrôlables (ex. : vitesse et direction du vent, stabilité atmosphérique, température et humidité relative, volatilité du pesticide). Les responsables de l'application des pesticides doivent prendre en compte ces différents facteurs afin de diminuer les risques de dérive. Bien qu'il soit pratiquement impossible d'éliminer complètement la dérive des pesticides, il importe de la limiter afin d'optimiser la qualité de la pulvérisation et de réduire les impacts sur l'environnement, la santé ainsi que sur les cultures avoisinantes.

Inversions de température de l'air

Il est assez paradoxal de constater que certaines conditions météorologiques apparaissant comme les meilleures pour effectuer les pulvérisations puissent être en fait celles qui favorisent le plus les cas de dérive des pesticides. À titre d'exemple, mentionnons les inversions de températures de l'air qui offrent des conditions quasi parfaites pour que les minuscules gouttelettes de la taille d'aérosol s'éloignent de la culture ciblée.

La plupart des pesticides appliqués au Canada portent sur leur étiquette des recommandations concernant les conditions météorologiques pendant l'application, notamment pour les pesticides plus volatils. De plus, en raison de l'augmentation des cas de dérive, notamment aux États-Unis, bon nombre d'étiquettes portent aussi celle d'éviter l'application de produits phytosanitaires pendant les inversions de température de l'air.

L'inversion de température de l'air consiste en ce que l'air plus chaud, normalement le plus près du sol, se retrouve au-dessus d'une couche d'air plus froid. Dans cette situation, la masse d'air qui se trouve près du sol (plus froide et plus dense) ne peut s'élever et se disperser dans l'atmosphère (figure 1).

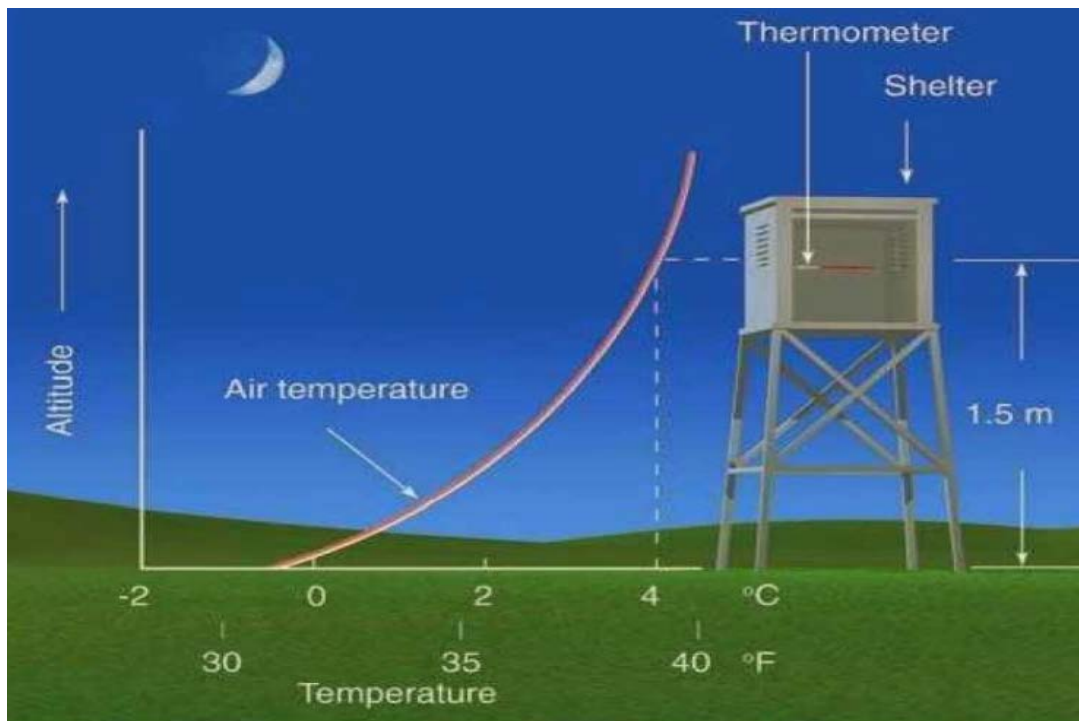


Figure 1 : Lors d'une nuit calme, sans nuage, l'air à la surface du sol peut être plus froid que l'air au-dessus. L'augmentation de la température de l'air avec l'accroissement de la hauteur au-dessus de la surface du sol est appelée **inversion de température**.

Source: Ahrens, D. 2017. « *Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere* »

En situation normale

Par temps ensoleillé, l'énergie solaire réchauffe l'air à la surface du sol; l'énergie est transférée par conduction au sol qui en retour irradie sa chaleur à l'air près de sa surface, et ce, davantage qu'à l'air au-dessus. Ce phénomène fait circuler des cellules de convection, ce qui crée une turbulence thermique. Une partie de l'air chaud, chargé de particules (et léger), tend à s'élever et se rafraîchit en montant au travers de l'air relativement frais du dessus. Parallèlement, la partie de l'air frais, non chargé de particules (et dense), tombe librement au travers de l'air chaud et l'action de mélange qui en résulte fait que les particules en suspension (telles que les poussières, les particules polluantes ou les gouttelettes de pesticides) sont dispersées, par la turbulence thermique (figure 2). Les risques de dérive de ces particules sont presque nuls.

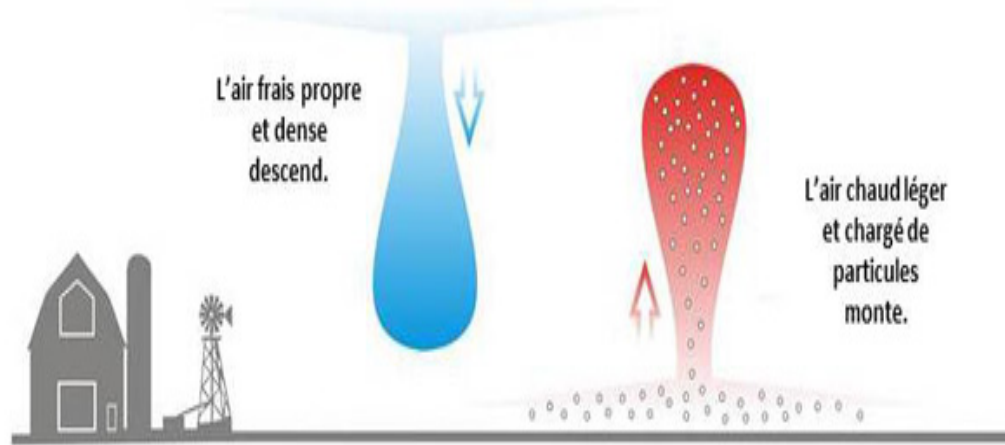


Figure 2 : La turbulence thermique permet à l'air chaud chargé de particules (poussières, agents polluants, pesticides) de s'élever et à l'air frais et propre de descendre, ce qui disperse les particules en suspension.

Source : *Inversions thermiques et dérive de pulvérisation*, Dr Jason S.T. Deveau (MAAARO), 2014

Si une couverture nuageuse est présente, celle-ci intercepte une grande partie des rayonnements solaires, en les absorbant ou en les réfléchissant. La surface du sol se réchauffe également, mais beaucoup plus lentement. Il y a alors peu ou pas de turbulence thermique. Une couverture nuageuse signifie généralement une atmosphère quasi neutre, sans forte probabilité d'inversion.

En situation d'inversion thermique

En milieu ou fin d'après-midi, le soleil continue d'exercer son action de réchauffement. Mais, en fin de journée, à mesure que l'énergie solaire diminue, le sol se rafraîchit (par perte de rayonnement infrarouge) ainsi que l'air en surface. Lorsque l'air près du sol devient plus frais que celui au-dessus, une inversion thermique commence à se produire. Ce phénomène est ainsi appelé puisqu'il représente l'inverse du profil type de température diurne. L'inversion gagne progressivement en altitude et atteint un maximum d'environ 100 m au lever du jour. À l'intérieur de la couche d'inversion, il n'y a plus de turbulence thermique : il s'agit d'une masse d'air stable et stagnante.

Les inversions sont accompagnées de conditions calmes. Par conséquent, les périodes prolongées durant lesquelles le ciel est généralement dégagé le soir ou la nuit, sans vent ou avec une légère brise, représentent des conditions propices à la manifestation d'inversion thermique. Dans une telle situation, l'air ne se mélange pas par turbulence thermique. Lorsqu'une pulvérisation de pesticides est réalisée dans ces conditions, la dérive de pulvérisation (ou vapeur) reste concentrée dans l'air frais dans lequel elle a été émise tel un nuage au-dessus du sol. Cet air frais et dense tend à descendre ou à se déplacer latéralement avec des vents légers (figure 3).

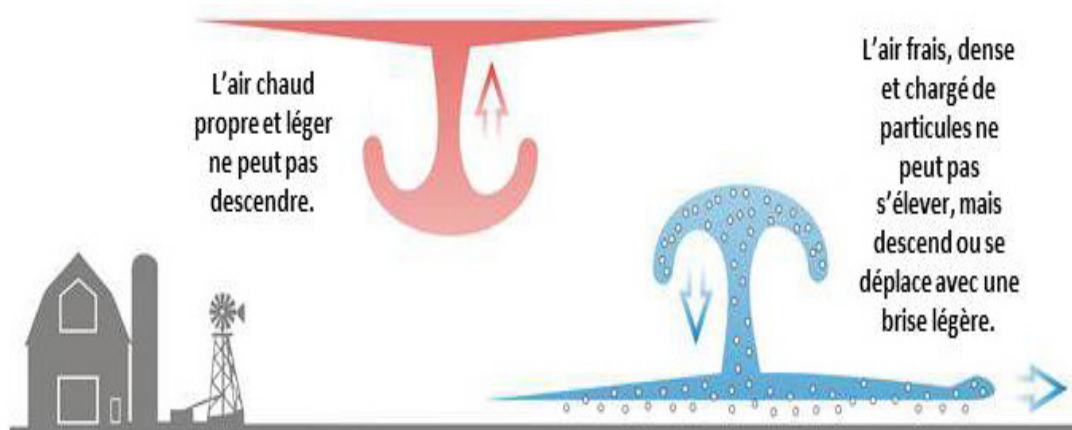


Figure 3 : Lors d'une inversion thermique, l'air frais (chargé de particules) à la surface ne peut s'élever et l'air chaud (propre) ne peut pas descendre. Il n'y a pas de dispersion et l'air concentré, chargé de particules (poussières, agents polluants, pesticides), tend à descendre ou à se déplacer latéralement avec les faibles vents.

Source : *Inversions thermiques et dérive de pulvérisation*, Dr Jason S.T. Deveau (MAAARO), 2014

Un exemple de cas d'inversion de température est lorsqu'une couche d'air chaud en provenance du sud est transportée au-dessus d'une couche d'air plus froid vers les latitudes plus au nord. D'autres exemples de situations peuvent également mener à une inversion de température de l'air, mais dans tous les cas, le résultat consiste en une masse d'air froid piégée sous une masse d'air chaud.

L'inversion de température de l'air dure de quelques heures (la plupart du temps) à quelques jours et même quelques semaines. Elle n'engendre habituellement pas de conséquences néfastes, sauf dans le cas où des substances telles que les pesticides sont piégées et s'accumulent sous l'inversion.

De façon générale, les inversions persistent jusqu'à ce que le soleil se lève et réchauffe la surface du sol ou encore jusqu'à ce que le vent s'élève et cause l'instabilité des couches d'air stationnaires. Ce changement survient en quelques heures; il en résulte que le nuage concentré de petites gouttelettes de pesticides accumulées sous l'inversion se déplace avec l'air frais. Les gouttelettes de pulvérisation peuvent ainsi être emportées sur une bonne distance, voire quelques kilomètres, sur des zones non ciblées par la pulvérisation.

En conséquence

Les pulvérisations de pesticides effectuées le soir posent un plus grand risque de dérive, car c'est le moment où les conditions atmosphériques sont favorables aux inversions de température.

Une pulvérisation effectuée très tôt le matin, soit à la levée du jour, ne représente pas une meilleure option puisque c'est à ce moment que la couche d'inversion est maximale.

La plupart des inversions se seront dissipées dans les quelques heures suivant la levée du jour, ce qui représente probablement le meilleur moment pour effectuer une pulvérisation de pesticides.

Détection des inversions

Le moyen le plus efficace pour détecter une inversion de température consiste en la prise de deux relevés de température; l'un effectué à environ 10 cm du sol, l'autre à environ 3 mètres du sol. Une température en surface plus fraîche signale une inversion de température. L'importance de l'écart de température renseigne sur la force de l'inversion.

Il peut être assez difficile d'obtenir des mesures précises en utilisant des thermomètres ordinaires. Cependant, les conditions météorologiques peuvent être mesurées au moyen d'un capteur météorologique à main. Selon les modèles, plusieurs de ces stations météo portatives permettent, en plus de mesurer la température, d'obtenir la vitesse du vent et l'humidité relative notamment (figure 4). Ce type d'appareil est disponible chez différents distributeurs, dont [Fertilec biodiversité | biodiversity](#) et [Geneq : Vente d'Instruments Scientifiques et Matériel de Laboratoire](#).

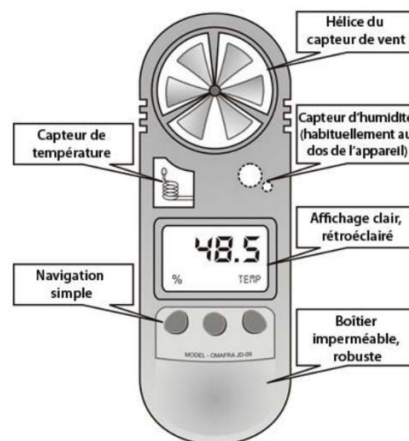


Figure 4 : Capteur météorologique à main, avec hélice permettant de mesurer la vitesse du vent, avec capteurs de température et d'humidité relative ainsi que l'aire d'affichage des données mesurées.

Source : *Gestion de la dérive de pulvérisation des pesticides (MAAARO), 2013*

À défaut d'avoir un tel appareil, il est également possible, pour les applicateurs de pesticides, de vérifier les indices suivants :

- des écarts importants de température entre la période de jour et la nuit précédente;
- des conditions de temps calme (ex. : vent de moins de 3 km/h et un ciel dégagé);
- la présence de systèmes de haute pression atmosphérique et de faible humidité relative au moment prévu de la pulvérisation;
- la présence de rosée ou de gel au sol;
- la présence de brouillard;
- la présence de fumée ou de poussière en suspension ou qui se déplace latéralement;
- des odeurs intenses qui se répandent sur de longues distances;
- la présence de cumulus pendant le jour qui disparaissent en soirée;
- une couverture nuageuse nocturne de moins de 25 %.

En présence de l'une ou plusieurs des situations décrites ou dans un contexte potentiel d'inversion de température, **il est recommandé de ne pas effectuer de pulvérisation**. Les conditions météo devraient toujours être vérifiées préalablement à l'application de pesticides afin de limiter les risques de dérive.

Pour plus d'informations

- [Choix des buses de pulvérisation en grandes cultures](#)
- [Inversions thermiques et dérive de pulvérisation](#)
- [Gestion de la dérive de pulvérisation des pesticides](#)
- [Inversion de température \(meteocentre.com\)](#)
- [Low-level atmospheric temperature inversions and atmospheric stability: Characteristics and impacts on agricultural applications](#)
- [Off-target pesticide movement: a review of our current understanding of drift due to inversions and secondary movement](#)
- [Survey of Missouri pesticide applicator practices, knowledge and perceptions](#)
- Shonk, J. 2013. « **Introducing Meteorology: a guide to weather** ». 1th édition. Dunedin Academic Press Ltd. ISBN: 978-1-78046-002-4. 162 pp.
- Ahrens, D. 2017. « **Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere** ». 8th édition. ISBN 13: 9781337515399. 532 pp.

Cette fiche technique a été rédigée par l'Équipe de malherbologie du Laboratoire d'expertise et de diagnostic en phytoprotection (LEDP) du MAPAQ et révisée par Line Bilodeau, agronome (MAPAQ). Pour des renseignements complémentaires, vous pouvez contacter l'équipe de malherbologie ou le [secrétariat du RAP](#). La reproduction de ce document ou de l'une de ses parties est autorisée à condition d'en mentionner la source. Toute utilisation à des fins commerciales ou publicitaires est cependant strictement interdite.

18 mai 2021