



La réduction des doses ne dépend ni de la dureté, ni du pH de l'eau utilisée. Compte-tenu du nombre réduit de produits sensibles à la dureté de l'eau et des solutions à moindre coût existantes, l'achat d'un adoucisseur d'eau est difficile à justifier.

Dureté de l'eau

Dans de nombreuses régions, notamment en Bretagne, les agriculteurs sont sollicités pour l'achat d'appareils qui permettent d'adoucir l'eau à destination de la bouillie phytosanitaire. A partir de connaissances théoriques, d'essais au champ et en laboratoire, nous démontrons ici que cette pratique s'avère difficile à rentabiliser.

Inutile d'adoucir et d'acidifier l'eau des bouillies fongicides

Jean-Yves Mauftras

jymauftras@itcf.fr

Eric Masson

emasson@itcf.fr

**ARVALIS-Institut
du végétal***

**Christian Gauvrit
INRA**

*L'ITCF et l'AGPM-Technique ont fusionné le 18 décembre 2003 pour créer ARVALIS-Institut du végétal

Une eau se caractérise par différents paramètres tels que sa dureté et son pH. Mais attention à ne pas les confondre. Dureté et pH ne sont pas liés. Ce sont deux notions distinctes. En effet, la dureté d'une eau correspond à sa teneur en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) (encadré 1). Le pH, quant à lui, se détermine par la concentration des ions hydronium (H_3O^+) présents dans l'eau (encadré 2).

On fait souvent la confusion entre les deux termes du fait qu'en France, la majorité des eaux dures sont alcalines ($\text{pH} > 7$). Toutefois, certaines eaux dures sont acides ($\text{pH} < 7$) notamment les eaux ferrugineuses. Cela rappelle donc qu'à baisser le pH ne

permet pas de résoudre le problème de la dureté.

Les fongicides, insensibles à la dureté et au pH de l'eau

Si, pour certains herbicides, la dureté de l'eau peut influencer les performances des produits (encadré 4), rien n'a encore été prouvé du côté des fongicides. Contrairement à certains herbicides comme le glyphosate et le sulfosate, les fongicides sont des molécules non ioniques à l'exception du fluzinam utilisé sur pomme de terre et du fosétyl-aluminium utilisé sur vigne et en cultures légumières. Autrement dit, la plupart des molécules fongiques ne sont ni chargées positivement ni négativement.

Les risques d'interaction (diminution de la solubilité, voire précipitation) de la matière active avec des ions Ca^{2+} ou Mg^{2+} présents dans l'eau sont donc nuls. Ainsi, même avec des eaux très dures (> 200 ppm), il est inutile de l'acidifier pour faire précipiter les ions calcium et magnésium.

Les essais confirment la théorie

Quatre essais ont été conduits durant les campagnes 2001 et 2002 dans nos stations bretonnes de Plélo (22) et Bignan (56).

Testés avec de l'eau déminéralisée puis acidifiée (tableau 2), les fongicides les plus utilisés ont été comparés avec une bouillie équivalente élaborée avec de l'eau de forage. Les

Les eaux bretonnes sont généralement douces et acides.

Réalisation des traitements de l'eau (tableau 2)

	Eau d'origine (forage)	Après déméralisation	Après acidification
pH	5,55	5,7	2,75
Dureté (°F)	12	1	
Magnésium (mg/l)	15,6	0,14	
Calcium (mg/l)	20,5	0,4	

traitements fongicides réalisés correspondent à des doses croissantes d'Ogam testées en traitement unique au stade "sortie de la dernière feuille". La modalité "mini doses" correspond, quant à elle, à trois traitements à doses sensiblement inférieures aux préconisations habituelles : Ogam (0,2 l/ha) à "1 à 2 nœuds", Ogam (0,2 l/ha) à "dernière feuille étalée" et Amistar (0,1 l/ha) + Caramba (0,4 l/ha) au stade "début floraison".

A l'analyse des rendements (figure 1), on constate qu'il n'existe aucune différence statistique entre les situations "eau traitée" et "eau normale", aussi bien pour les traitements uniques que pour la stratégie à trois traitements réalisés à faible dose. Même observation en terme d'efficacité sur septoriose.

Ainsi, déminéraliser puis acidifier les bouillies fongicides ne présente aucun intérêt sur cette série de quatre essais reflétant réellement les conditions bretonnes. Son développement n'est donc pas justifié, ni pour les fongicides, ni pour les herbicides (encadré 4) en Bretagne.

Aussi, selon nous, aucun adoucisseur ni acidifiant (l'acide sulfurique n'est pas homologué comme adjuvant) ni autre adjuvant (sulfate d'ammonium) n'est susceptible d'améliorer l'efficacité des fongicides au point de permettre des réductions de doses. Ces réductions, quand elles sont possibles, dépendent

d'avantage du fongicide, du stade d'intervention, de la pression parasitaire, de la sensibilité variétale, du contexte climatique de l'année... mais aucunement de la dureté ou du pH de l'eau de bouillie.

En laboratoire, les produits sont sensibles aux pH très acides

Les produits phytosanitaires disposeraient d'un pouvoir tampon. Autrement dit, ils seraient capables d'amortir les variations du pH liées à leur mise en solution avec une eau acide ou basique. Pour en apprécier les propriétés, six produits phytosanitaires couramment employés (Allié, Roundup, Celio, Mikado, Ogam et Etheverse, herbicides, fongicides, régulateurs de croissance) ont été testés en laboratoire à leur dose d'homologation (N, N/2, N/4 et N/10). La bouillie est réalisée avec une eau déminéralisée à pH 5,3 ou avec une eau déminéralisée puis acidifiée avec de l'acide sulfurique (pH 2 ou 4). L'adjonction des produits est réalisée pour un volume de bouillie de 150 l/ha.

Pour des pH très acides (2 ou 4), quelle que soit la dose, pour l'ensemble des produits, c'est le pH de l'eau qui oriente le pH de la bouillie et non le pouvoir tampon des produits. Une nuance peut toutefois être faite avec le Roundup, qui manifeste son pouvoir par rapport au pH de l'eau.

Le pouvoir tampon des produits phytosanitaires permet de faire accepter des ↵

La dureté d'une eau

La dureté totale de l'eau (ou titre hydrotimétrique = TH) indique essentiellement sa teneur en ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium dissous (Mg^{2+}). Plus une eau est chargée en ions calcium et magnésium, plus elle est dure. Inversement, moins une eau est chargée en ions calcium et magnésium, plus elle est douce.

La dureté de l'eau varie en fonction des sols traversés par l'eau avant d'apparaître à la surface sous forme de source. Elle dépend donc essentiellement du contexte géologique. Les eaux des régions calcaires ou magnésiennes, avec des valeurs de dureté totale élevées, sont dures (région parisienne, Normandie, Quercy, Causses). Celles des régions granitiques ou silicieuses sont douces. Bien que la Bretagne présente parfois des concentrations élevées en fer, la dureté de son eau n'est pas plus élevée que dans les autres régions françaises.

En France, les unités de mesures du titre hydrotimétrique les plus courantes (tableau 1) sont le degré français (°F ou °H) et la partie par million (ppm) de calcium (Ca^{++}). On rencontre aussi le ppm de carbonate de calcium (CaCO_3). Un degré français équivaut à 10 mg/l (ou ppm) CaCO_3 , ou à 4 ppm Ca^{++} ou à 2,4 ppm Mg^{2+} .

Il n'existe pas de limite supérieure du degré hydrotimétrique dans la législation française ni de valeur guide. Néanmoins le ministère de la Santé qualifie d'idéal un degré hydrotimétrique compris entre 15 et 25°F. La dureté de l'eau distribuée par le réseau d'eau potable est généralement comprise entre 10 et 40°F.

Les unités de mesures de la dureté sont nombreuses. Voici les plus couramment utilisées et leurs correspondances.

Unités de mesure de la dureté (tableau 1)

Dureté ou TH en °F (ou °H)	Dureté en mg/l de CaCO_3	Quantité en mg/l (ppm) de calcium (Ca^{++})	Qualification de l'eau
0 - 10	0 - 100	0 à 40	très douce
10 - 20	100 - 200	40 à 80	douce
20 - 30	200 - 300	80 à 120	moyennement dure
30 - 40	300 - 400	120 à 160	dure
> 40	> 400	> 160	très dure

Le pH ou potentiel hydrogène

La mesure numérique du pH donne le degré d'acidité ou de basicité d'une solution aqueuse ou organique. Il est lié à la concentration d'ions H_3O^+ (communément appelés ions H^+) en solution. L'échelle de pH s'étend de 0 à 14. Les acides ont un pH inférieur à 7. Plus la valeur est basse, plus l'acide est puissant. Les bases ont un pH supérieur à 7. Plus la valeur est élevée, plus la base est forte. Plusieurs méthodes sont possibles pour mesurer le pH d'une solution. Les appareils électroniques (pH-mètres) donnent une valeur assez précise du pH, à condition d'être correctement étalonnés. Les papiers indicateurs de pH, dont la couleur varie en fonction du pH, permettent une mesure un peu moins précise mais suffisante dans certaines situations.



Connaître la dureté de son eau

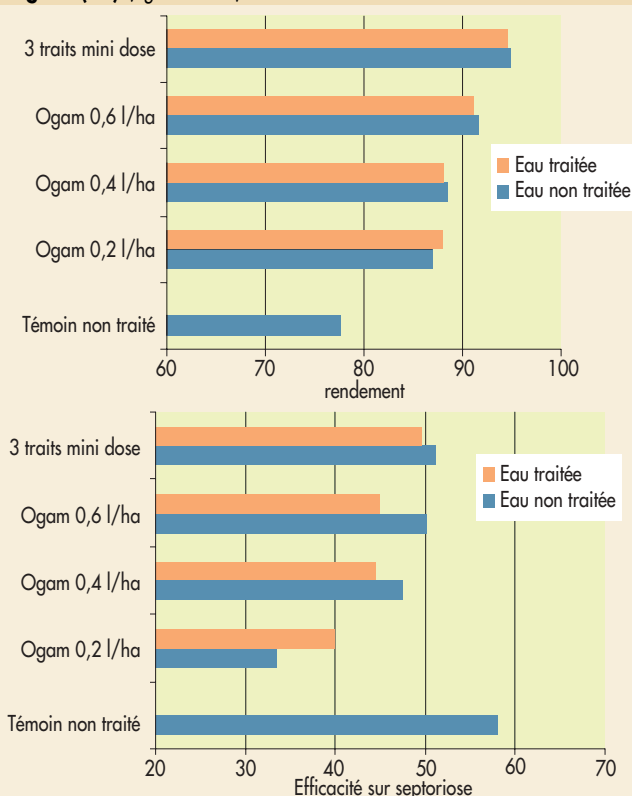
La dureté d'une eau peut être déterminée approximativement à l'aide de bandelettes de test que l'on trouve, par exemple, chez les marchands d'aquariums. Si vous désirez connaître la dureté de votre eau, vous pouvez aussi vous adresser à votre société de distribution d'eau. Vous trouverez ses coordonnées sur votre facture d'eau. Toutefois, il faut savoir que la dureté de l'eau qui vous est fournie peut varier au cours du temps. Vous pouvez également faire analyser votre eau par un laboratoire compétent, l'analyse étant payante.

- ⇨ solutions légèrement acides ou basiques (alcaline) sans variation notable du pH de la bouillie. Toutefois, notre expérimentation montre qu'à pH inférieur à 5, les produits testés n'ont pratiquement pas de pouvoir tampon toutes doses confondues. Les produits phytosanitaires sont donc soumis aux risques de dégradation ou d'inefficacité liée à des pH trop faibles. Aussi, le pH des eaux naturelles se situe généralement entre 5 et 7 et le pouvoir tampon des produits phytosanitaires est alors suffisant pour neutraliser d'éventuelles variations de pH. ■



Déminéraliser et acidifier l'eau n'a aucun impact sur le rendement et l'efficacité des fongicides (4 essais 2001 et 2002)

Intérêt de la déminéralisation et acidification des bouillies fongicides sur le rendement - 4 essais 2001 et 2002 - Plélo (22), Bigan (56) (figures 1 et 2)



Rappel

Deux matières actives herbicides concernées

La dureté de l'eau ne peut avoir de conséquences négatives que sur l'efficacité de deux matières actives : le glyphosate et le sulfosate (*Perspectives Agricoles n°251*). Lorsqu'elles sont utilisées à doses réduites, ces effets négatifs sont renforcés. Dans ces situations, les ions calcium ou magnésium forment un complexe avec la matière active et empêchent sa pénétration dans la feuille. Néanmoins, certaines formulations, comme le Sting ST ou le Buggy, sont moins sensibles à ce phénomène. D'autre part, il existe une solution simple et peu onéreuse pour corriger ce problème. C'est l'utilisation de Génamin pour des valeurs de dureté inférieures à 200 ppm de calcium ou le sulfate d'ammonium pour les duretés supérieures. Des pratiques, telles que l'acidification de la bouillie, sont déconseillées pour des raisons de sécurité. Elles peuvent également conduire à de sérieuses déconvenues. Par exemple, les sels d'hormones et les sulfonilurées précipitent à pH trop acide et deviennent inactifs et la plupart des sulfonilurées sont hydrolysées à pH acide. Ainsi, peu de produits sont concernés par la dureté de l'eau et il existe des solutions à faible coût. Dans ces conditions, il est difficile de justifier l'achat d'un adoucisseur d'eau. Cet équipement, à prix élevé, supprime le calcium de l'eau mais semble être difficile à rentabiliser.