



Les polluants d'origine agricole

Leurs sources

Leur devenir

Leurs impacts



Questions abordées

- Quelles connaissances a-t-on des polluants d'origine agricole, de leurs sources, de leurs devenir, de leurs impacts sur la qualité de l'eau et la santé?
- Quels sont les précautions à prendre, les préconisations à donner ?
- Existe-t-il des alternatives à leur utilisation ?



Les polluants d'origine agricole

- La pollution correspond à une **dégradation du milieu naturel**, elle fait référence à des **normes** réglementaires ou tout du moins scientifiques.
- Est considéré comme **polluant un élément qui représente un risque avéré ou potentiel** sur la santé humaine et/ou sur les milieux naturels.



Les différents types de polluants:

- Les matières organiques
- L'azote
- Le phosphore
- Les métaux lourds
- Les hydrocarbures
- Les produits phytosanitaires



Les matières organiques

- Elles sont naturellement émises par les végétaux et animaux.
- Elles peuvent également être déversées par des élevages ou des industries.
- Leur surplus dans le milieu entraîne alors une asphyxie de celui-ci du fait de leur minéralisation qui absorbe l'oxygène.
- L'apport des matières organiques d'origine agricole est réglementé.



L'azote

- Il est responsable de fréquents dépassements de normes en Europe.
- Il provient principalement du lessivage des engrais et effluents d'élevage dans les zones agricoles.
- Il provient également des eaux usées domestiques, des effluents industriels (agro-alimentaires, papeteries...)
- Présent sous forme organique ou ammoniacale (NH_4^+) dans les effluents, il se transforme en nitrate (NO_3^-) dans le milieu naturel.
- Les nitrates sont fortement soupçonnés d'avoir des effets cancérigènes sur les organes digestifs de l'homme et ils déséquilibrent les écosystèmes aquatiques.



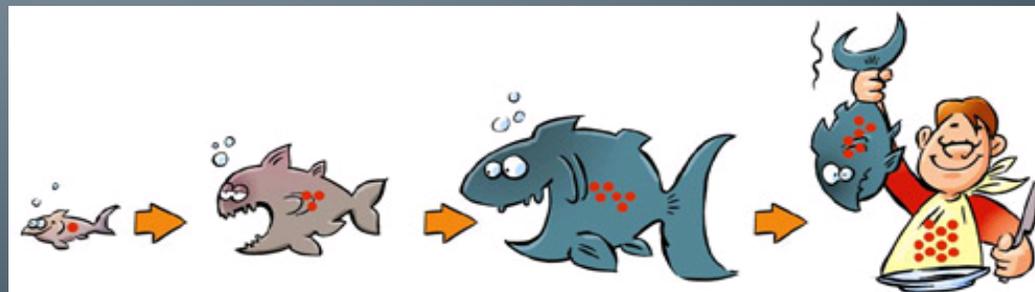
Le phosphore

- Il provient des eaux usées domestiques, des effluents industriels, de l'érosion des sol enrichis en phosphore par les engrais et les effluents d'élevage.
- Il ne représente pas de risque direct pour la santé humaine mais, encore plus que l'azote, il menace les milieux aquatiques continentaux d'eutrophisation (voir plus loin).
- Le traitement des eaux riches en algues génère des surcoûts pour les stations de traitement d'eau potable.
- Les résidus organiques peuvent s'associer à du chlore dans les réseaux de distribution pour former des composés organo-chlorés cancérigènes.

Les métaux lourds (cadmium, plomb, chrome, mercure, zinc...)



- Ils sont contenus dans les effluents de certaines industries (métallurgie, traitement de surface, automobile, industrie du chlore, plasturgie...).
- A des concentrations très faibles, de l'ordre de quelques dizaines de $\mu\text{g.l}^{-1}$, ils présentent des risques cancérigènes, tératogènes (malformation du fœtus), d'atteinte du système nerveux ou respiratoire.
- Ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire en étant stockés dans les organismes qui les ingèrent (bioaccumulation).





Les hydrocarbures

- Ils sont contenus dans certains effluents industriels et produits par le lessivage des sols urbains, des routes, par les fuites de stockages ou lors d'accidents.
- Ils sont toxiques à très faible concentration pour la santé humaine (cancérogènes et tératogènes) et dégradent les écosystèmes aquatiques.



Les produits phytosanitaires (pesticides)

- Désherbants, insecticides et fongicides, ils sont composés de molécules fortement actives sur les organismes.
- Ils sont utilisés en agriculture, mais aussi pour le désherbage des voiries, le traitement des espaces verts et les jardins d'amateurs.
- Les risques sur la santé et les milieux naturels sont importants puisque nombre de ces produits sont cancérigènes, ou entraînent pour le moins une perturbation des fonction digestives, respiratoires, endocriniennes ou nerveuses, des malformations génitales, une baisse de la fertilité masculine et des problèmes immunitaires.



Les pollutions d'origine agricole sont:

- Les matières organiques: proviennent principalement des effluents d'élevage: leur épandage est réglementé
- L'azote
- Le phosphore
- Les produits phytosanitaires



Indicateur de la pollution des eaux

- Le Système d'Évaluation de la Qualité (SEQ) des eaux superficielles :
 - 5 classes de qualité sont définies pour chaque paramètre mesuré avec un code de couleur du bleu (très bonne qualité) au rouge (très mauvaise qualité).

			Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Classes de qualité	Code couleur	Oxygène dissous (mg/l)	8	6	4	3	
Très bonne		Taux de saturation en oxygène (%)	90	70	50	30	
Bonne		DCO (mg/l O ₂)	20	30	40	80	
Passable		DBO ₅ (mg/l O ₂)	3	6	10	25	
Mauvaise		COD (mg/l C)	5	7	10	15	
Très Mauvaise		Oxydabilité au KMnO ₄ (mg/l O ₂)	3	5	8	10	
		Ammonium (mg/l)	0,5	1,5	2,8	6	
		Azote Kjeldahl (mg/l)	1	2	4	6	

Indicateur de la pollution des eaux: L'IBGN: Indice Biotique Global Normalisé



- cet indice évalue la tendance d'évolution de la qualité des eaux à travers l'analyse de la macrofaune d'invertébrés benthiques*.
- A partir des échantillons prélevés, une liste des taxons est effectués, 38 taxa sont retenus comme bio-indicateurs de la qualité des eaux.
- Le calcul de l'IBGN est effectué à partir de la variété taxonomique de l'échantillon prélevé rapportée au paramètre de la classe faunistique indicatrice (calculé à partir du nombre d'individus d'une même espèce présents sur le site étudié)
- Une classe bio-indicatrice d'une bonne qualité des eaux aura un paramètre faible < 5 et inversement pour les classe indicatrice d'eau polluée.
- La note obtenue se situe entre 1 (très polluée) et 20 (pas du tout polluée).

* Organisme qui peuple le fond des cours d'eau et vit à la surface dans les interstices du substrat. Il s'agit en grande partie de larves, d'insectes, de mollusques et de vers.
(source : ONEMA)



L'eau potable

- Une eau potable est définie par son usage de boisson.
- Les normes sont établies en fonction de la nocivité liée à une consommation quotidienne et sur le temps long.
- 5 types de paramètres sont utilisés :
 1. les éléments microbiologiques (les organismes pathogènes doivent être absents)
 2. les substances chimiques, chaque élément possède une norme de concentration suivant sa nocivité
 3. les éléments toxiques, pour lesquels les concentrations acceptées sont très faibles (de l'ordre du $\mu\text{g/l}$)
 4. les oligo-éléments (une eau pure n'est pas potable)
 5. les paramètres organoleptique (couleur, odeur).
- Les normes ont varié au cours du temps en fonction des connaissances scientifiques et de la présence de nouveaux éléments dans l'eau (pesticides par exemple). L'OMS établit des valeurs guides qui sont ensuite adaptées par chaque pays. Pour les pays européens, les normes sont fixées par la commission européenne (63 paramètres).



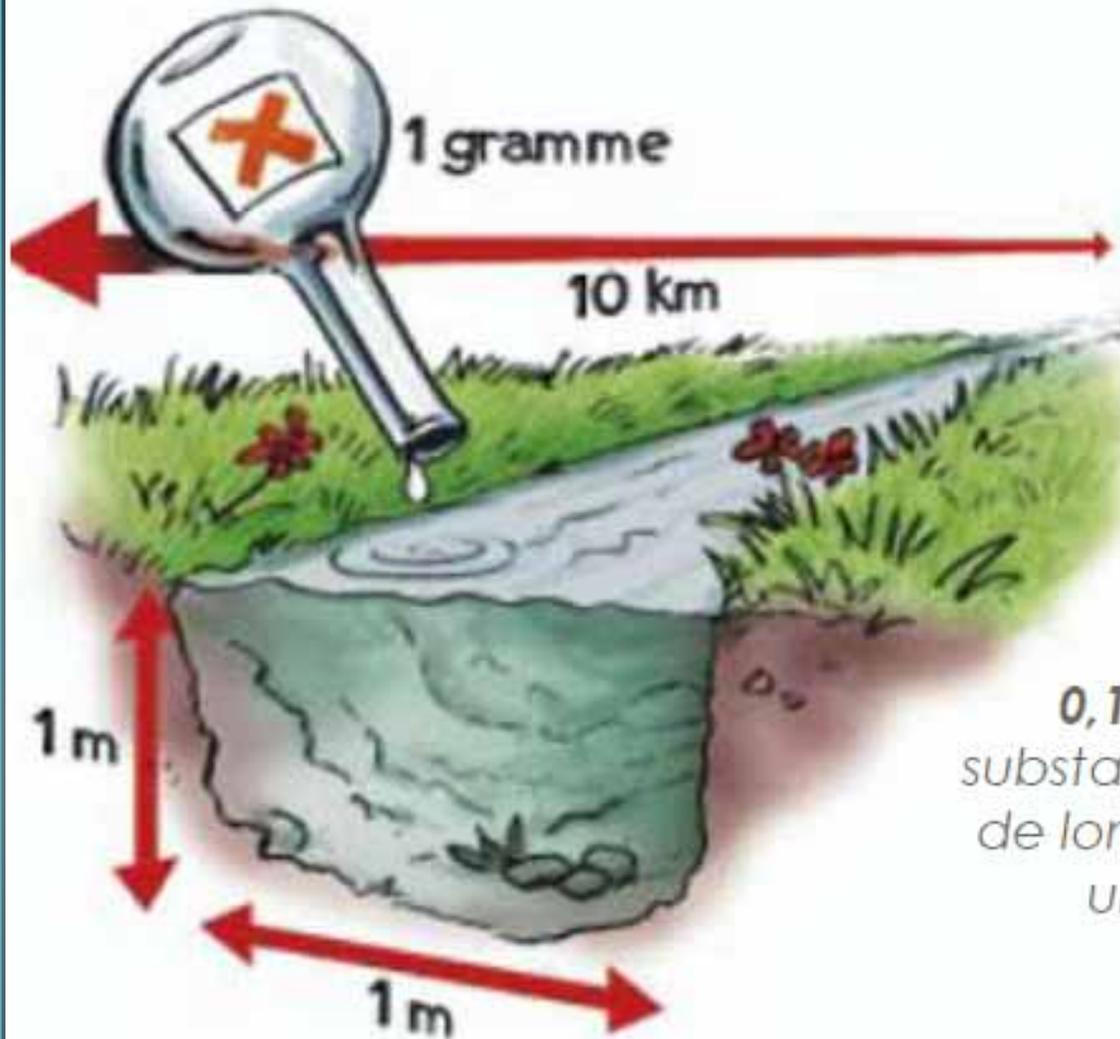
Cas particulier:

La concentration en pesticides de l'eau potable

- Pour chaque matière active: le seuil de concentration de $0,1 \mu\text{g}$ par litre ne doit pas être dépassé
- Pour l'ensemble des pesticides retrouvés: la somme des concentrations ne doit pas dépasser $0,5 \mu\text{g/L}$

$$0,1 \mu\text{g} = 0,0000001 \text{g}$$

Source: FREDON



• 0,1 $\mu\text{g/l}$ par substances

0,1 $\mu\text{g/litre}$ = 1 gramme de substance dans un fossé de 10 km de long sur un mètre de large sur un mètre de profondeur

A partir du moment où vous utilisez plus d'un gramme de produit phytosanitaire, vous pouvez être responsable d'une telle pollution !



Les pollutions d'origine agricole

- Pour accroître les rendements des cultures, l'agriculture emploie des intrants, en particulier Azote, Phosphore et produits phytosanitaires
- Les élevages produisent des effluents d'élevage.
- Ces activités sont source de pollution des eaux lorsque la capacité de prélèvement des végétaux et d'épuration naturelle des sols sont dépassées.



Différents phénomènes sont en cause :

Dans les parcelles cultivées:

- Le lessivage
- L'érosion
 - des fertilisants épandus (effluents d'élevage et engrais de synthèse)
 - des produits phytosanitaires destinés à lutter contre les « ennemis » des cultures (insectes, maladie et plantes adventices).

La non étanchéité des bâtiments d'élevage:

- fosse à purin
- Fosse à lisier
- effluents issus du lavage des installations...



Les polluants agricoles

Le phosphore

- contenu
 - dans les effluents d'élevage
 - dans les engrais de synthèse, il se fixe sur les éléments du sol (argile et matière organique)
- est entraîné vers les cours d'eau par ruissellement.
- Les nappes souterraines ne peuvent donc pas être atteintes par cette pollution.
- Les pollutions phosphorées d'origine agricole se concentrent dans les régions d'élevage intensif.

Les pollutions agricoles: L'azote



- Il est naturellement présent dans le sol sous forme organique (environ 10 t N/ha).
- Une partie est minéralisée chaque année sous une forme lessivable par les eaux : les nitrates.
- Les récoltes exportent de l'azote (entre 100 à 200 kgN.ha⁻¹.an⁻¹) qui est difficilement alimenté par la minéralisation de la matière organique du sol, cela nécessite donc des apports de fertilisants organiques (effluents d'élevage) ou minéraux (engrais de synthèse).
- Les cultures n'utilisent pas forcément tous ces apports notamment parce que les besoins des végétaux peuvent être décalés dans le temps par rapport à la libération de l'azote dans le sol (accroissement des pollutions azotées en automne et hiver dans les régions tempérées océaniques).



La pollution azotée

- Un faible lessivage d'azote suffit pour contaminer le milieu :
 - par exemple 25 kg N/ha/an lessivé produit une concentration de 50mg/l de nitrates (norme OMS) pour des précipitations efficaces de 200mm/an (cas de l'ouest de la France)
- Les pollutions azotées se concentrent dans les régions de céréaliculture ou d'élevages intensifs.
- L'azote migre par voie souterraine du fait de la forte solubilité des nitrates, les eaux souterraines sont donc touchées par cette pollution et les eaux superficielles également.
- Cette pollution est également responsable des marées vertes sur le littoral de l'ouest de la France (développement d'ulve = algues vertes)



La pollution liée au Phosphore

- L'eutrophisation de certains milieux aquatiques (estuaires, plans d'eau, etc) peut être due en particulier à une présence importante de phosphore, hypothèse validée par les scientifiques.
- La maîtrise du phosphore est donc devenue nécessaire pour parvenir à une réduction de l'eutrophisation.
- Les sources de phosphore sont diverses : naturelles, domestiques, industrielles et agricoles.
- La contribution des sources domestiques a longtemps été très largement dominante.
- Néanmoins, des mesures de maîtrise de la pollution agricole liée au phosphore ont été mises en place

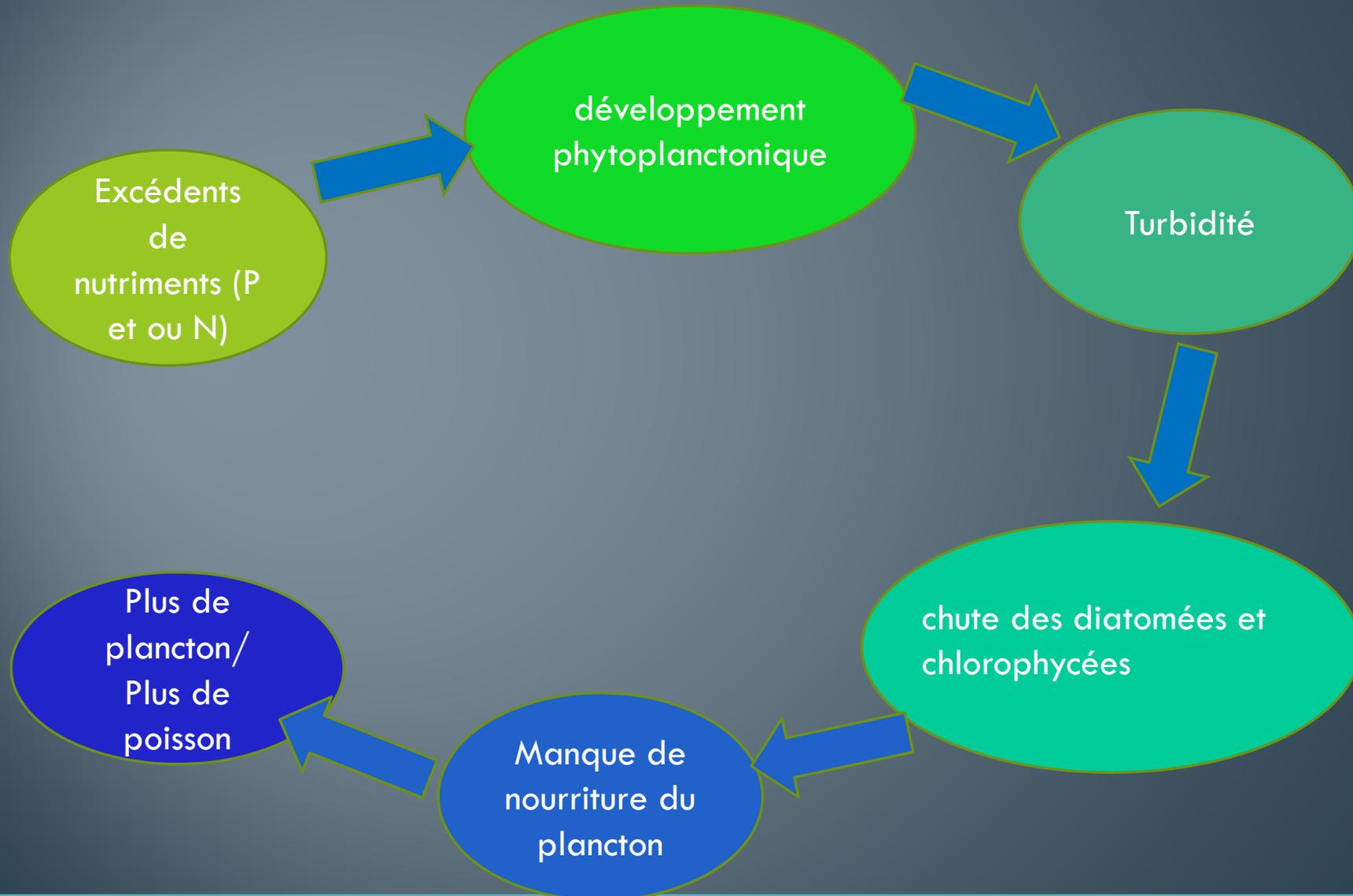


L'eutrophisation: Conséquence de la pollution azotée et phosphorée

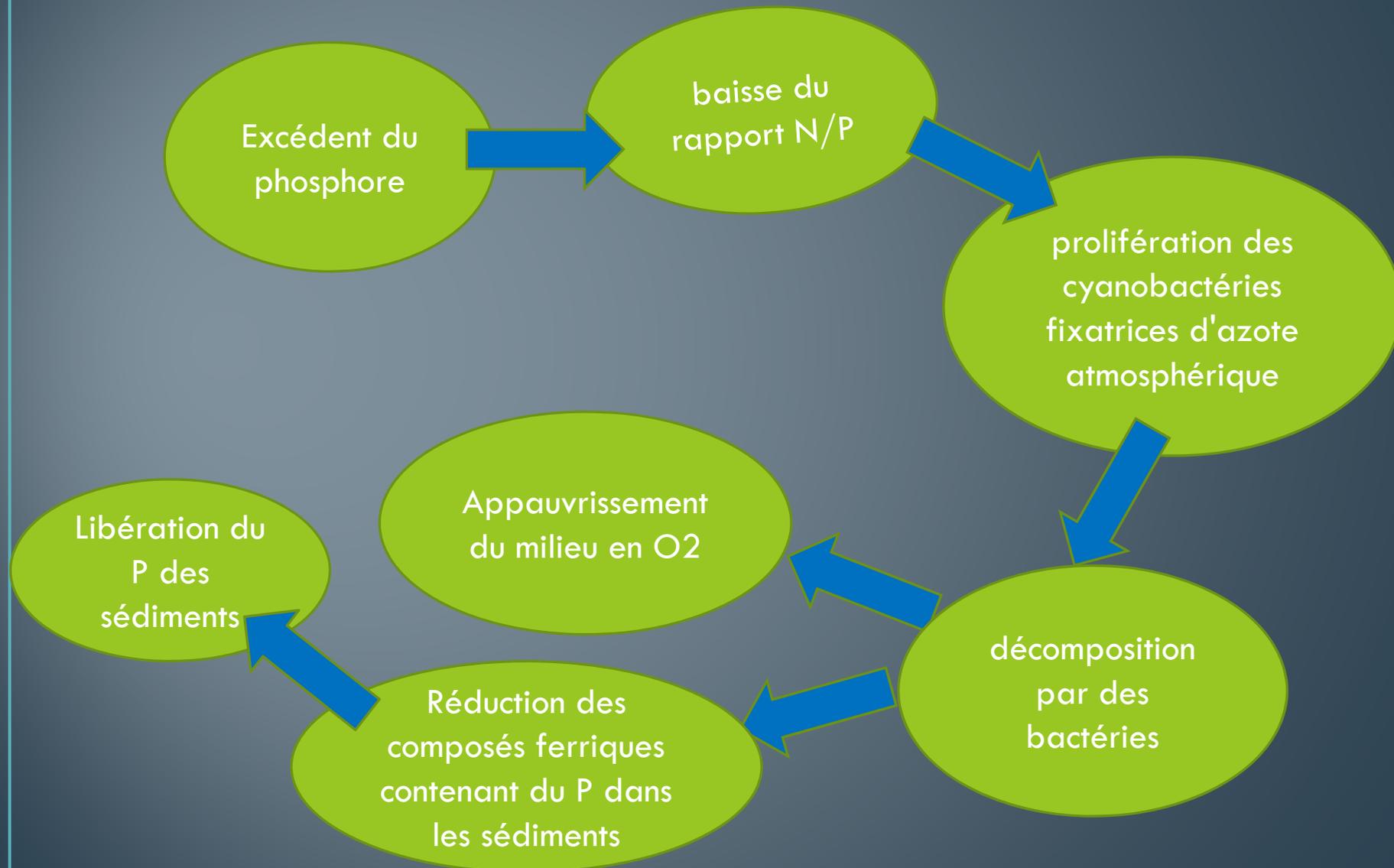
Facteurs :

- Pollution phosphorée et azotée
- Ensoleillement
- Faible profondeur de l'eau
- Faible renouvellement de l'eau
- Faible turbulence de l'eau

Processus d'eutrophisation



En cas d'excédent de phosphore:





Autres conséquences:

- Décomposition des végétaux → consommation d'oxygène dissous → mortalité des espèces → baisse de la diversité
- Les Cyanophycées émettent des toxines (risque pour les coquillages, les poissons, les usagers)
- Nuisances visuelles et olfactives (marées vertes, odeurs nauséabondes à proximité des retenues et dans les baies eutrophisées).



Solutions possibles:

Réduire les apports en phosphore et azote

- en milieu continental: essentiellement en phosphore avec un niveau $N/P > 10$
- en milieu littoral: essentiellement en azote



Comment réduire les apports en phosphore et azote?

Techniques culturales, installations possibles, rappels réglementaires



Techniques agricoles pour réduire les impacts de l'agriculture

Objectifs:

- Réduire le ruissellement, intentionnellement ou indirectement en agissant sur la structure du sol
- Limiter l'écoulement rapide de l'eau sur les parcelles
- Limiter le transfert des polluants vers les cours d'eau.



les couverts végétaux en inter-culture

Rôle des CIPAN

- En automne et hiver
- Evite de laisser la terre nue
- Évite le ruissellement en facilitant la pénétration de l'eau dans le sol
- Évite l'érosion; les racines maintiennent la terre en place
- Permet de « pomper » les excès d'azote





le non labour

- Conserve la structure du sol et limite ainsi l'érosion, le tassement
- Respecte les différents horizons du sol et respecte la vie microbienne, favorable à la transformation de l'humus en matière organique et de la matière organique en éléments nutritifs pour les plantes



Création de bandes enherbées le long des cours d'eau



- Freine le courant d'eau et donc le ruissellement
- Permet à l'eau de pénétrer dans le sol
- Facilite la sédimentation des particules de sol érodées

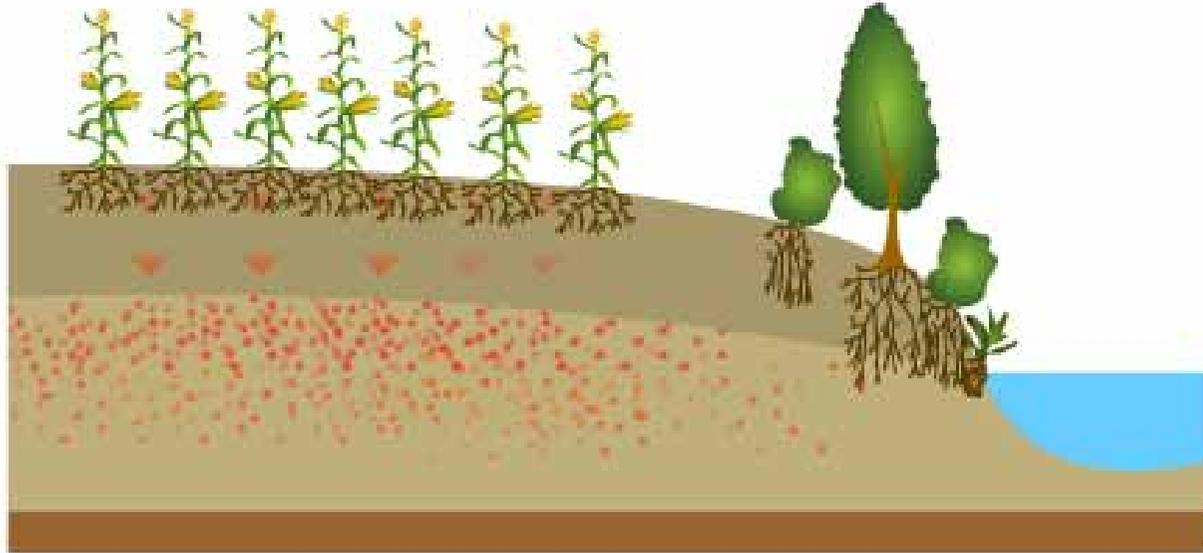


Bande enherbée réduisant les ruissellements
et les flux de polluants vers la rivière

Implantation de haies perpendiculaires à la pente



- Freine le ruissellement de l'eau et limite l'érosion en aidant la sédimentation des particules de sol érodées



Barrière végétale efficace car zone tampon entre la parcelle cultivée et le cours d'eau et transferts proches de la surface.



Contourning

- Sillons parallèles aux courbes de niveau
- A pour rôle de limiter l'érosion



Eviter les épandages de fertilisants azotés à certaines périodes



- Ces périodes sont déterminés par arrêté



Périodes minimales d'interdiction d'épandages des fertilisants azotés

Source : Annexe 1 de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié par l'arrêté du 23 octobre
2013



OCCUPATION DU SOL pendant ou suivant l'épandage (culture principale)	TYPES DE FERTILISANTS AZOTES			
	Type I		Type II	Type III
	Fumiers compacts pailleux et composts d'effluents d'élevage (1)	Autres effluents de type I		
Sols non cultivés	Toute l'année		Toute l'année	Toute l'année
Cultures implantées à l'automne ou en fin d'été (autres que colza)	Du 15 novembre au 15 janvier		Du 1 ^{er} octobre au 31 janvier (2)	Du 1 ^{er} septembre au 31 janvier (2)
Colza implanté à l'automne	Du 15 novembre au 15 janvier		Du 15 octobre au 31 janvier (2)	Du 1 ^{er} septembre au 31 janvier (2)
Cultures implantées au printemps non précédées par une CIPAN ou une culture dérobée	Du 1 ^{er} juillet au 31 août et du 15 novembre au 15 janvier. (8)	Du 1 ^{er} juillet au 15 janvier	Du 1 ^{er} juillet (3) au 31 janvier.	Du 1 ^{er} juillet (4) au 15 février.
Cultures implantées au printemps précédées par une CIPAN ou une culture dérobée.	De 20 jours avant la destruction de la CIPAN ou la récolte de la dérobée et jusqu'au 15 janvier.	Du 1 ^{er} juillet à 15 jours avant l'implantation de la CIPAN ou de la dérobée et de 20 jours avant la destruction de la CIPAN ou la récolte de la dérobée et jusqu'au 15 janvier.	Du 1 ^{er} juillet (3) à 15 jours avant l'implantation de la CIPAN ou de la dérobée et de 20 jours avant la destruction de la CIPAN ou la récolte de la dérobée et jusqu'au 31 janvier.	Du 1 ^{er} juillet (4) (5) au 15 février.
	Le total des apports avant et sur la CIPAN ou la dérobée est limité à 70 kg d'azote efficace / ha (6).			
Prairies implantées depuis plus de six mois dont prairies permanentes, luzerne	Du 15 décembre au 15 janvier		Du 15 novembre au 15 janvier (7)	Du 1 ^{er} octobre au 31 janvier
Autres cultures (cultures pérennes - vergers, vignes, cultures maraichères, et cultures porte-graines)	Du 15 décembre au 15 janvier		Du 15 décembre au 15 janvier	Du 15 décembre au 15 janvier



- (1) Peuvent également être considérés comme relevant de cette colonne certains effluents relevant d'un plan d'épandage sous réserve que l'effluent brut à épandre ait un $C/N \geq 25$ et que le comportement du dit effluent vis-à-vis de la libération d'azote ammoniacal issu de sa minéralisation et vis-à-vis de l'azote du sol est telle que l'épandage n'entraîne pas de risque de lixiviation de nitrates.
- (2) Dans les régions Provence-Alpes-Côte-d'Azur, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Aquitaine l'épandage est autorisé à partir du 15 janvier.
- (3) En présence d'une culture, l'épandage d'effluents peu chargés en fertirrigation est autorisé jusqu'au 31 août dans la limite de 50 kg d'azote efficace / ha. L'azote efficace est défini comme la somme de l'azote présent dans l'effluent peu chargé sous forme minérale et sous forme organique minéralisable entre le 1^{er} juillet et le 31 août.
- (4) En présence d'une culture irriguée, l'apport de fertilisants azotés de type III est autorisé jusqu'au 15 juillet et, sur maïs irrigué, jusqu'au stade du brunissement des soies du maïs.
- (5) Un apport à l'implantation de la culture dérobée est autorisé sous réserve de calcul de la dose prévisionnelle dans les conditions fixées aux III et IV de la présente annexe. Les îlots cultureux concernés font ainsi l'objet de deux plans de fumure séparés : l'un pour la culture dérobée et l'autre pour la culture principale. Les apports réalisés sur la dérobée sont enregistrés dans le cahier d'enregistrement de la culture principale.
- (6) Cette limite peut être portée à 100 kg d'azote efficace / ha dans le cadre d'un plan d'épandage soumis à autorisation et à étude d'impact ou d'incidence, sous réserve que cette dernière démontre l'innocuité d'une telle pratique et qu'un dispositif de surveillance des teneurs en azote nitrique et ammoniacal des eaux lixiviées dans le périmètre d'épandage soit mis en place.
- (7) L'épandage des effluents peu chargés est autorisé dans cette période dans la limite de 20 kg d'azote efficace / ha. L'azote efficace est défini comme la somme de l'azote présent dans l'effluent peu chargé sous forme minérale et sous forme organique minéralisable entre le 15 novembre et le 15 janvier.
- (8) L'épandage, dans le cadre d'un plan d'épandage, de boues de papeteries ayant un C/N supérieur à 30 est autorisé dans ces périodes, sans implantation d'une CIPAN ou d'une culture dérobée, sous réserve que la valeur du rapport C/N n'ait pas été obtenue à la suite de mélange de boues issues de différentes unités de production



Eviter les fuites d'effluents d'élevages

- Le stockage des effluents d'élevage doit répondre à certaines règles:



Prescriptions relatives au stockage des effluents d'élevage

Source : Annexe 1 de l'arrêté du 19 décembre 2011 modifié par l'arrêté du 23 octobre 2013

Ouvrages de stockage des effluents d'élevage



- Ces prescriptions s'appliquent à toute exploitation d'élevage d'au moins un bâtiment d'élevage situé en zone vulnérable.
- Tous les animaux et toutes les terres de l'exploitation, qu'ils soient situés ou non en zone vulnérable, sont pris en compte.



Principe général:

- Les ouvrages de stockage des effluents d'élevage doivent être étanches.
- La gestion et l'entretien des ouvrages de stockage doivent permettre de maîtriser tout écoulement dans le milieu, qui est interdit.
- Toutes les eaux de nettoyage nécessaires à l'entretien des bâtiments et des annexes et les eaux susceptibles de ruisseler sur les aires bétonnées sont collectées par un réseau étanche et dirigées vers les installations de stockage ou de traitement des eaux résiduaires ou des effluents de sorte qu'aucun écoulement d'eaux non traitées ne se produise dans le milieu naturel



Capacité de stockage des effluents d'élevage:

- Doit contenir au moins les périodes minimales d'interdiction d'épandage définies par le tableau d'interdiction des épandages
- Doit tenir compte des risques supplémentaires liés aux conditions climatiques
- Pour l'évaluer: production des effluents – utilisation (épandage, traitement ou transfert)

Capacités de stockage minimales requises:

Les valeurs de capacités de stockage s'appliquent aux effluents d'élevage épandus sur les terres de l'exploitation ou en dehors de l'exploitation sur les terres mises à disposition par des tiers.



Pour chaque exploitation et pour chaque atelier:

- Exprimées en nombre de mois de production d'effluents pour chaque espèce animale
- Si durée de présence effective des animaux dans les bâtiments < capacité de stockage minimale requise, alors la capacité de stockage minimale requise est égale au temps de présence effective des animaux dans les bâtiments



Les capacités de stockage minimales requises dépendent:

- du type d'animal (bovin, ovin, caprin, porcin, volaille): Pour chaque espèce animale, on se réfère aux normes d'azote épendable
- Du type de fertilisant azoté (fumiers compacts pailleux, composts d'effluents d'élevage, lisiers....)
- Du temps passé à l'extérieur du bâtiment par les animaux
- De la localisation géographique du bâtiment d'élevage (dans l'une des 4 zones d'élevage A, B, C ou D)

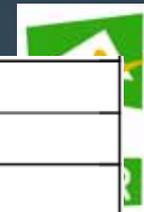
Les zones d'élevage

Définition des zones A, B, C, D



- Cette liste est établie région par région et pour chaque département
- La liste des petites régions de chaque région peut être consultée auprès de la direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et la Forêt

Les zones d'élevage:



RHONE-ALPES				
AIN	1	Vallée de la Saône	01195	B
		Dombes	01198	B
		Côteaux en bordure des Dombes	01201	B
		Zone forestière du pays de Gex	01215	C
		Zone d'élevage du pays de Gex	01216	C
		Bresse	01446	C
		Haut-Bugey	01449	D
		Bugey	01451	D
ARDECHE	7	Coiron	07169	D
		Plateaux du haut et du moyen vivarais	07171	D
		Bas Vivarais	07422	B
		Massif du Mézenc-Meygal	07423	D
		Velay basaltique	07424	D
		Monts du Forez	07425	D
		Vallée du Rhône	07465	B
DROME	26	Région de Royans	26221	B
		Diois	26234	B
		Plaines rhodaniennes	26240	B
		Valloire	26241	B
		Gallaure et herbasse	26242	B
		Pays de Bourdeaux	26243	B
		Vercors	26453	D
		Bochaine	26461	D
		Baronnies	26463	B
		Tricastin	26464	B

Les zones d'élevage:



ISERE	38	Bas Dauphiné	38199	B
		Vallée du Grésivaudan	38217	B
		Préalpes	38453	D
		Région Haute-Alpine	38457	D
		Vallée du Rhône	38465	B
LOIRE	42	Mont du Jarez et bassin houiller	42168	C
		Monts du Pilat	42170	D
		Plateau de Neulisse	42189	C
		Plaine Roannaise	42190	C
		Côte Roannaise	42191	C
		Monts de la Madeleine	42192	D
		Plaine du Forez	42193	C
		Monts du Forez	42425	D
		Monts du Lyonnais	42445	C
		Vallée du Rhône	42465	B
RHONE	69	Plateau du Lyonnais	69194	C
		Vallée de la Saône	69195	B
		Zone Maraîchère de Lyon	69196	B
		Zone de grande culture entre Saône et Beaujolais	69197	B
		Bas-Dauphiné	69199	B
		Zone fruitière et viticole du Lyonnais	69200	B
		Beaujolais viticole	69444	B
		Monts du Lyonnais	69445	C
		Vallée du Rhône	69465	B

Les zones d'élevage:



SAVOIE	73	Chautagne	73213	C
		Combe de Savoie	73219	C
		Cluze de Chambéry	73220	C
		Maurienne	73229	D
		Beaufortin	73230	D
		Les Quatre cantons	73451	C
		Chartreuse	73453	D
		Le Val d'Arly	73454	D
		Albanais	73455	C
		Bauges	73456	D
		Tarentaise	73458	D
HAUTE-SAVOIE	74	Bas Genevois	74208	C
		La Semine	74210	C
		Vallée des Usses	74211	C
		Région d'Annemasse	74214	C
		Région d'Annecy	74218	C
		Cluse d'Arve	74222	C
		Giffre	74223	D
		Chablais	74224	D
		Plateau des Dranses	74225	D
		Bas Chablais	74226	C
		Pays de Thônes	74227	D
		Plateau des Bornes	74228	D
		Sillon-Alpin	74454	D
		Albanais	74455	C
		Bauges	74456	D
		Grandes Alpes	74458	D



Possibilité de stockage de certains effluents d'élevage aux champs:

- Les fumiers compacts pailleux non susceptibles d'écoulement peuvent être stockés ou compostés au champ à l'issue d'un stockage de 2 mois sous les animaux ou sur une fumière dans certaines conditions
- Lors du dépôt au champ, le fumier doit tenir naturellement en tas, sans produire d'écoulement latéral de jus
- Les mélanges avec des produits différents n'ayant pas les mêmes caractéristiques sont interdits.
- Le volume du dépôt doit être adapté à la fertilisation des parcelles réceptrices
- Le tas doit être constitué de façon continue pour disposer d'un produit homogène et limiter les infiltrations d'eau.
- Stockage interdit dans les zones où l'épandage est interdit, dans les zones inondables ou d'infiltration préférentielles (failles..)
- Durée maximale de stockage: 10 mois
- Retour du stockage sur la même parcelle possible au bout de 3 ans

Les analyses de sol comme support de décision



- Toute personne exploitant plus de 3 ha en zone vulnérable est tenue de réaliser, chaque année, une analyse de sol sur un îlot cultural au moins pour une des trois principales cultures exploitées en zone vulnérable.
- Cette analyse porte sur le reliquat azoté en sortie d'hiver, le taux de MO, l'azote total présent dans les horizons de sol cultivés
- Ces analyses alimentent les réseaux de référence techniques
- Elles sont tenues à disposition des services de contrôle

Azote apporté par les fertilisants et l'eau d'irrigation



- Le contenu en azote des fertilisants azotés épandus doit être connu par l'exploitant
- Lorsque ces fertilisants proviennent de l'extérieur de l'exploitation, le fournisseur indique le contenu en azote et le type du fertilisant
- Le contenu en azote de l'eau apportée en irrigation sur l'exploitation doit être connu de l'exploitant.
- Toutes ces données sont tenues à la disposition des services de contrôle



Modalités d'établissement du plan de fumure et du cahier d'enregistrement des pratiques

- Ce plan et ce cahier permettent d'aider l'agriculteur à mieux gérer la fertilisation azotée
- Ils doivent être établis pour chaque îlot cultural exploité en zone vulnérable, qu'il reçoive ou non des fertilisants azotés



Plan de fumure

=

Plan prévisionnel



Cahier d'enregistrement

- Tenu à jour: actualisé après chaque épandage de fertilisant azoté
- Doit couvrir la période entre la récolte d'une culture principale et la récolte de la culture principale suivante
- Doit intégrer la gestion de l'inter-culture précédant la deuxième culture principale
- Doit intégrer si besoin les apports sur la culture dérobée ou sur la CIPAN



Plan de fumure & Cahier d'enregistrement

- Portent sur une campagne complète
- Doivent être conservés sur au moins 5 campagnes
- Ils doivent comporter certains éléments:

Eléments indispensables au plan de fumure:



- L'identification et la surface de l'îlot cultural
- la culture pratiquée et la période d'implantation envisagée
- Le type de sol
- La date d'ouverture du bilan* **
- Lorsque le bilan est postérieur au semis: la quantité d'azote absorbée par la culture à l'ouverture du bilan* **
- L'objectif de production envisagée*
- Le pourcentage de légumineuses pour les associations graminées/légumineuses*
- Les apports par irrigation envisagés (+teneur en azote de l'eau)
- Analyse de sol: reliquat sortie hiver ou quantité d'azote total ou de MO du sol mesuré*
- Quantité d'azote efficace et total à apporter par fertilisation après ouverture du bilan

* Non exigé si îlot cultural sans fertilisation azotée ou une quantité d'azote < 50 kgd'N/ha

** Non exigée si pour la culture pratiquée, l'arrêté préfectoral préconise le recours à une maximale d'apports azotés totaux ou à des règles de calcul de la dose azotée totale sur la base d'une dose pivot

Cahier d'enregistrement des pratiques (pratiques réalisées)



Identification de l'îlot	L'identification et la surface de l'îlot cultural
	Le type de sol
Interculture précédant la culture principale	Modalités de gestion des résidus de culture
	Modalités de gestion des repousses et date de destruction
	Modalités de gestion de la CIPAN ou de la dérobée : - espèce ; - dates d'implantation et de destruction ; - apports de fertilisants azotés réalisés (date, superficie, nature, teneur en azote et quantité d'azote total)
Culture principale	La culture pratiquée et la date d'implantation
	Le rendement réalisé
	Pour chaque apport d'azote réalisé : - la date d'épandage ; - la superficie concernée ; - la nature du fertilisant azoté ; - la teneur en azote de l'apport ; - la quantité d'azote totale de l'apport.
	Date de récolte ou de fauche(s) pour les prairies.

Quantité maximale de la quantité d'azote contenue dans les effluents d'élevage pouvant être annuellement épanchée par chaque exploitation



- A partir du moment où une partie de l'exploitation est en zone vulnérable, toute l'exploitation doit être prise en compte: terres et animaux
- Quantité maximum d'azote contenue dans les effluents d'élevage épanchée annuellement par ha de SAU $\leq 170 \text{kgd}'\text{N}$

La pollution liée aux produits phytosanitaires:



2 types de pollutions

- Pollutions ponctuelles
- Pollutions diffuses



Les pollutions ponctuelles:

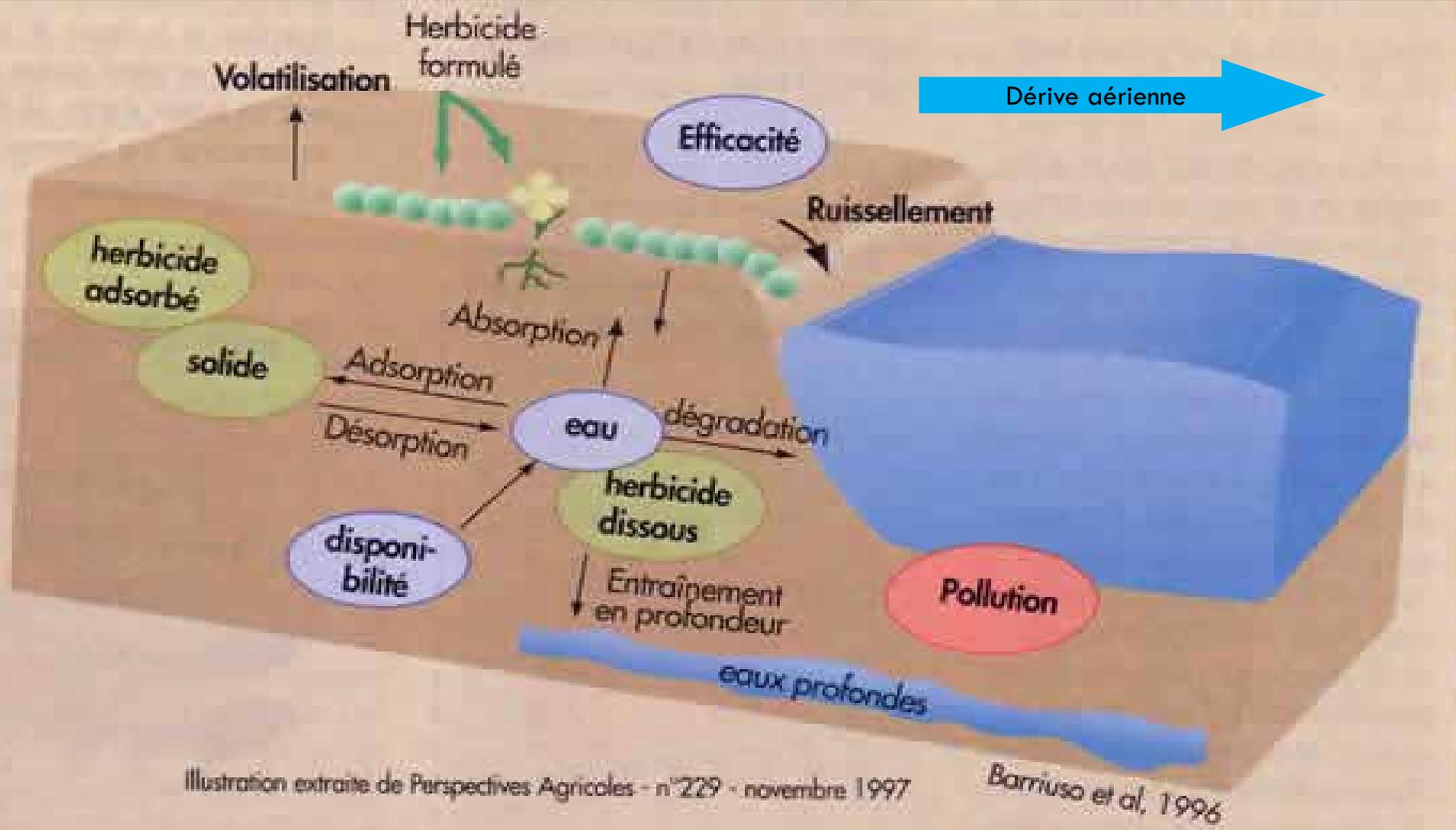
- Elles sont accidentelles ou chroniques, celles-ci se traduisent souvent par une contamination des eaux superficielles.
Les pollutions ponctuelles résultent d'un apport massif de produit dans l'eau à la suite d'erreurs de manipulation au moment du remplissage du pulvérisateur ou à des déversements accidentels de produits non dilués. Ces contaminations des eaux se caractérisent par des concentrations élevées atteignant plusieurs milligrammes par litre. Elles sont facilement identifiables.



Les pollutions diffuses

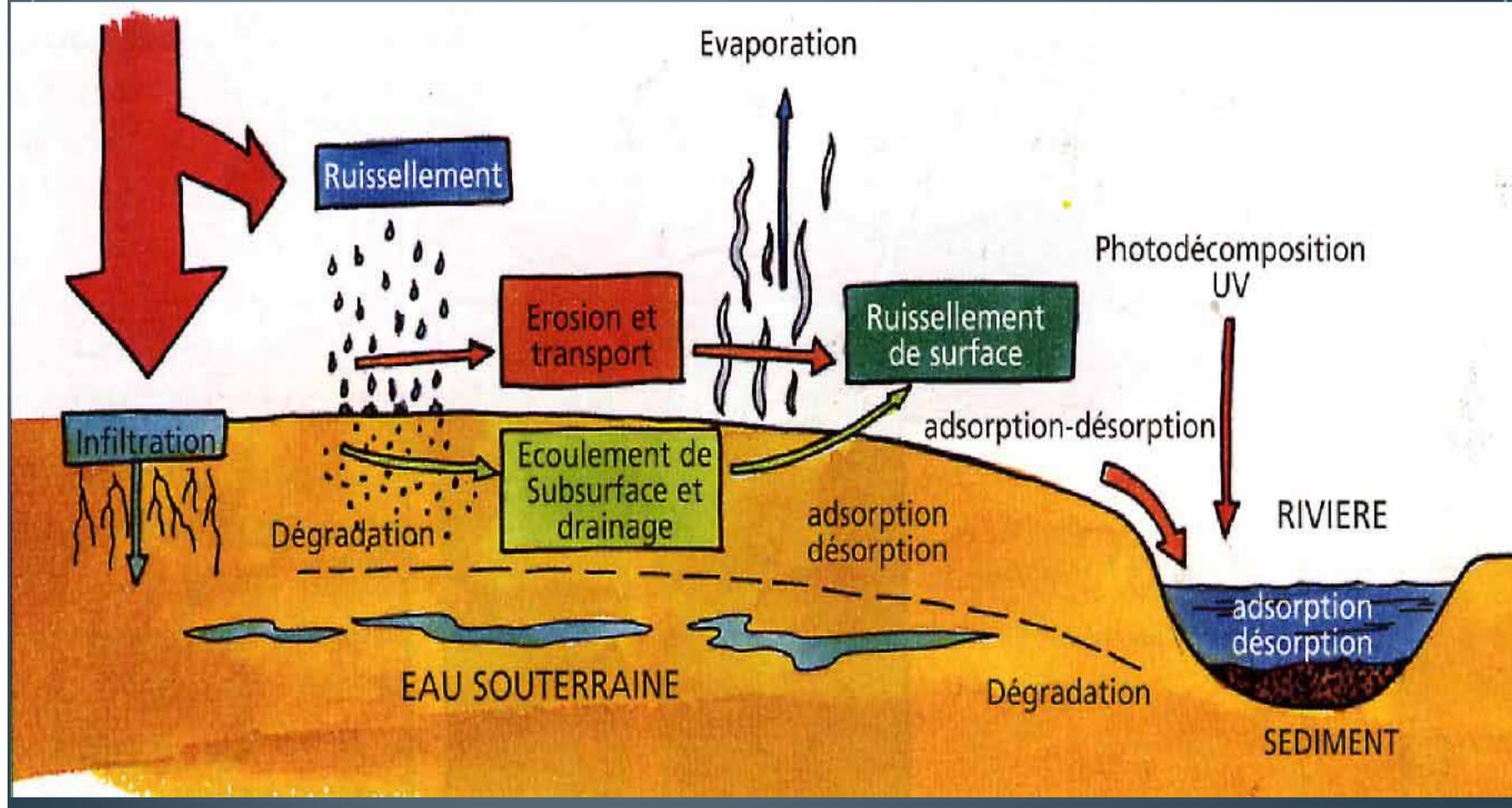
- Elles mettent en cause des phénomènes complexes de transferts de produits présents dans le sol vers la ressource en eau. Ces phénomènes sont le ruissellement, le drainage et le lessivage.
- Ces mécanismes de transfert dépendent fortement des caractéristiques du produit (doses, paramètres physico-chimiques...) et du milieu (type de sol, activité microbienne...) mais aussi du climat et de la période d'application. Il est très difficile d'identifier les sources précises et de quantifier ces pollutions.

Les pollutions diffuses:

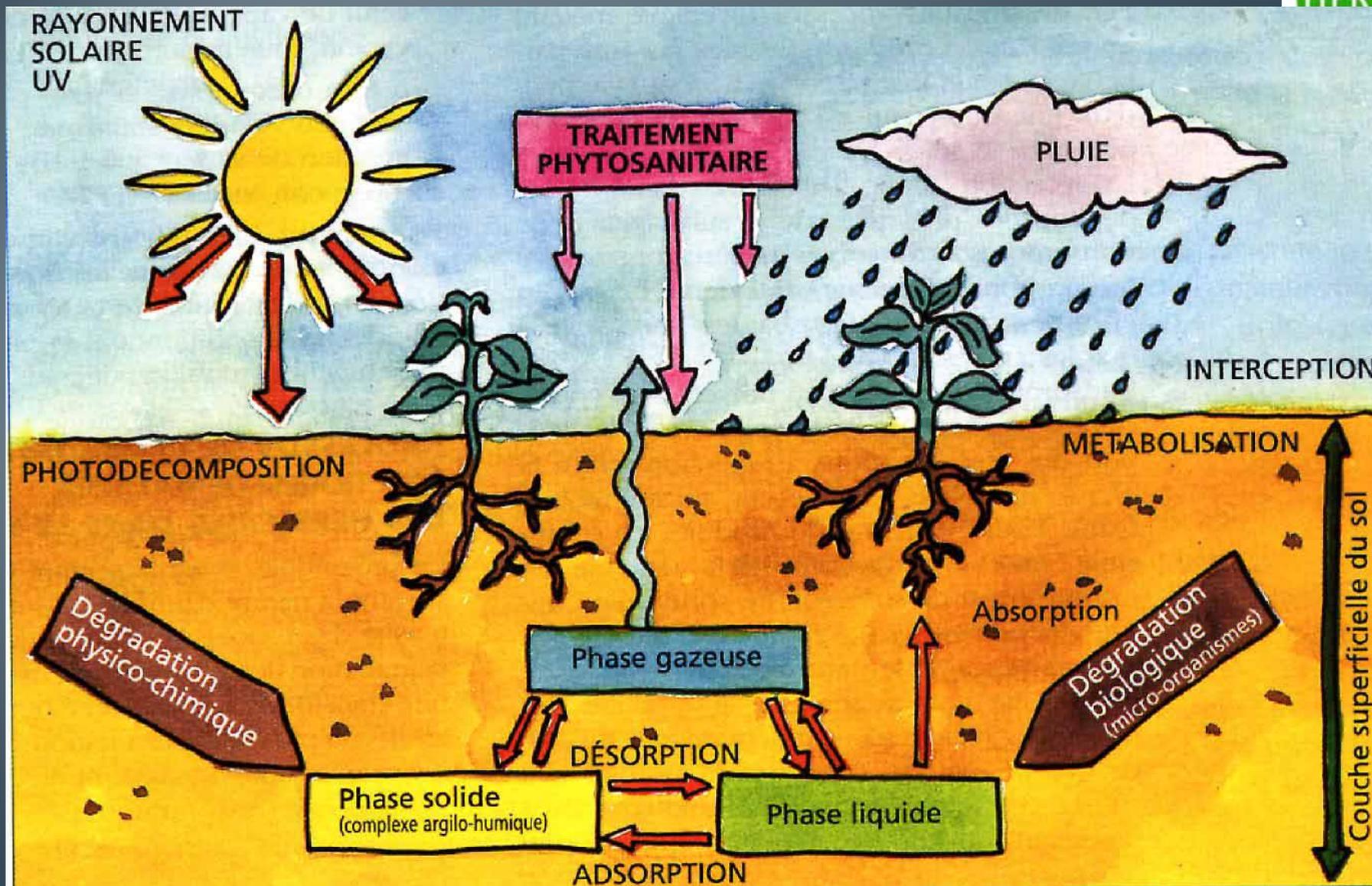




Les flux d'eau entraînent les PPP:



Les devenir des produits:



Pollution des eaux par les produits phytosanitaires:

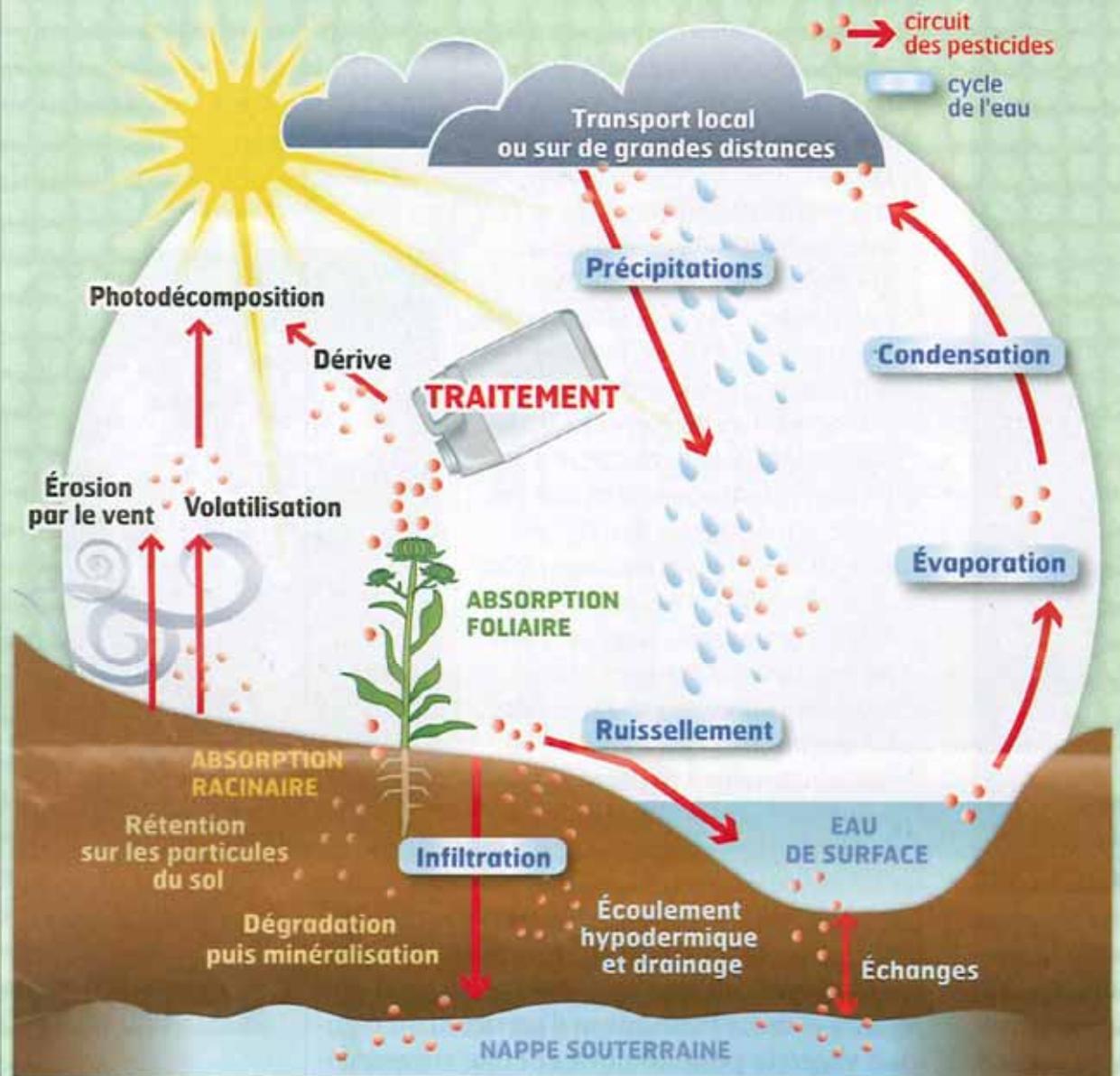


- Ordre de grandeurs des transferts diffus potentiels:
 - Lessivage et drainage: 0 à 2%
 - Ruissellement: 0 à 2%
 - Dérive aérienne: 0 à 10%

(source: expérimentations Arvalis à la Jaillière)
- Solutions possibles:
 - Maitrise des pollutions ponctuelles et diffuses

Le circuit des pesticides dans l'environnement

Les pesticides contaminent l'eau, l'air et le sol par différents mécanismes : ruissellement, infiltration, volatilisation, dérive et redéposition...



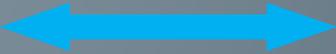
Source: Lien Horticole
18/01/2012



Situations de contamination avant, pendant et après le traitement

Dérive aérienne

Pollutions des eaux (avant, pendant, après traitement):

- Ruissellement vers les fossés, points d'eau; étangs...
- Absorption
 - Adsorption  Désorption
 - Dissolution dans l'eau
- Entraînement en profondeur vers les nappes phréatiques

Facteurs pouvant favoriser et aggraver les contaminations, les pollutions:



- Proximité de points d'eau
- Proximité des fossés
- Configuration de la zone à traiter: pente, orientation
- Conditions climatiques: précipitations, hygrométrie, vent
- ...



Limiter les transferts par ruissellement

Les différentes interventions possibles:

- Entretien et /ou accroître la rugosité de la surface du sol lors des périodes à risques pour favoriser l'infiltration (Adopter des façons culturales perpendiculaires à la pente, essayer d'obtenir une structure grossière du lit de semences),
- Limiter la sensibilité à l'érosion dans les zones les plus menacées.
- Diminuer les surfaces tassées et donc les zones de concentration du ruissellement (pneus basse pression..).
- Eviter de fragiliser les sols dans les zones à fortes pluies (Biner en amont et en aval des pentes pour limiter les risques de décapage et de ravinement).
- Eviter les tassements en fond de labour ou la formation de lissage à différentes profondeurs de l'horizon travaillé en différant les interventions si le sol est trop humide



Limiter les transferts en gérant les bords de champs:

Techniques à mettre en œuvre entre les parcelles

- Aménagement et enherbement de toutes les tournières: zones tampons qui permettent d'intercepter les écoulements de surface et ainsi de retenir les eaux de ruissellement chargées en produits phytosanitaires et en particules terreuses.
- Bandes enherbées perpendiculaires à la pente et zones boisées : orienter le ruissellement des eaux vers des petites zones tampons existantes dans le bassin versant (bois, prairies).
- Implantation et entretien de haies
- Enherbement des fossés

Risques au niveau de la zone à traiter lors d'une intervention:



Les risques varient en fonction:

- Des conditions météorologiques (hygrométrie, température et vent qui accélèrent, retardent ou empêchent le produit d'atteindre la cible)
- De la topographie
- De la nature du sol
- De l'état de la réserve utile (à saturation ou non)
- De la présence -ou non- de drainage
- ...



Les pollutions liées aux produits phytosanitaires

- L'agriculture utilise 90% des produits phytosanitaires
- Les ZNA utilise 10% des produits phytosanitaires



Les sources des pollutions dues aux produits phytosanitaires

MAIS

On estime que:

- L'agriculture est responsable de 60% des pollutions
- Les ZNA sont responsable de 40% des pollutions



Pourquoi une telle distorsion ?

- L'agriculture intervient sur sol perméable, loin des fossés, cours d'eau, égouts, surfaces imperméables
 - Rôle important des ZNT pour évitera les transferts vers les eaux superficielles
- Les ZNA interviennent beaucoup sur surfaces imperméables: goudrons, enrobés, caniveaux, avaloirs...





Mesures possibles pour limiter les pollutions

En amont: éviter un apport excessif de produits phytosanitaires:

- Prophylaxie: éviter l'apparition du problème

En aval: limiter l'impact des produits sur l'environnement

- Conditions optimales d'utilisation
- Diminution des doses



Limiter les apports

Objectif des mesures prophylactiques:

Eviter l'apparition des maladies et/ ou des ravageurs. Eviter les transferts

- Rotation des cultures,
- Allongement des rotations
- Choix judicieux des rotations qui vont empêcher la prolifération de certaines maladies et / ou ravageurs
- Matériel de pulvérisation étalonné et en bon état (pulvé, buses)aire de remplissage/ lavage



Diminuer les doses utilisées:

- Conditions optimum d'utilisation (température, hygrométrie, absence de vent) qui permettent de traiter à demi-doses:
 - Température inférieure à 25°C
 - Hygrométrie de 80%
 - Vitesse du vent inférieure à 10 Km/h
- Utilisations d'adjuvants
 - Permettent d'augmenter l'efficacité du produit et donc de diminuer les doses
 - Remarque: dans l'état actuel des connaissances, les adjuvants sont reconnus comme n'ayant aucun impact négatif sur les cultures



Importance du vent:



Simulation d'une application herbicide sans adjuvant. Vent latéral 7.5 km/h



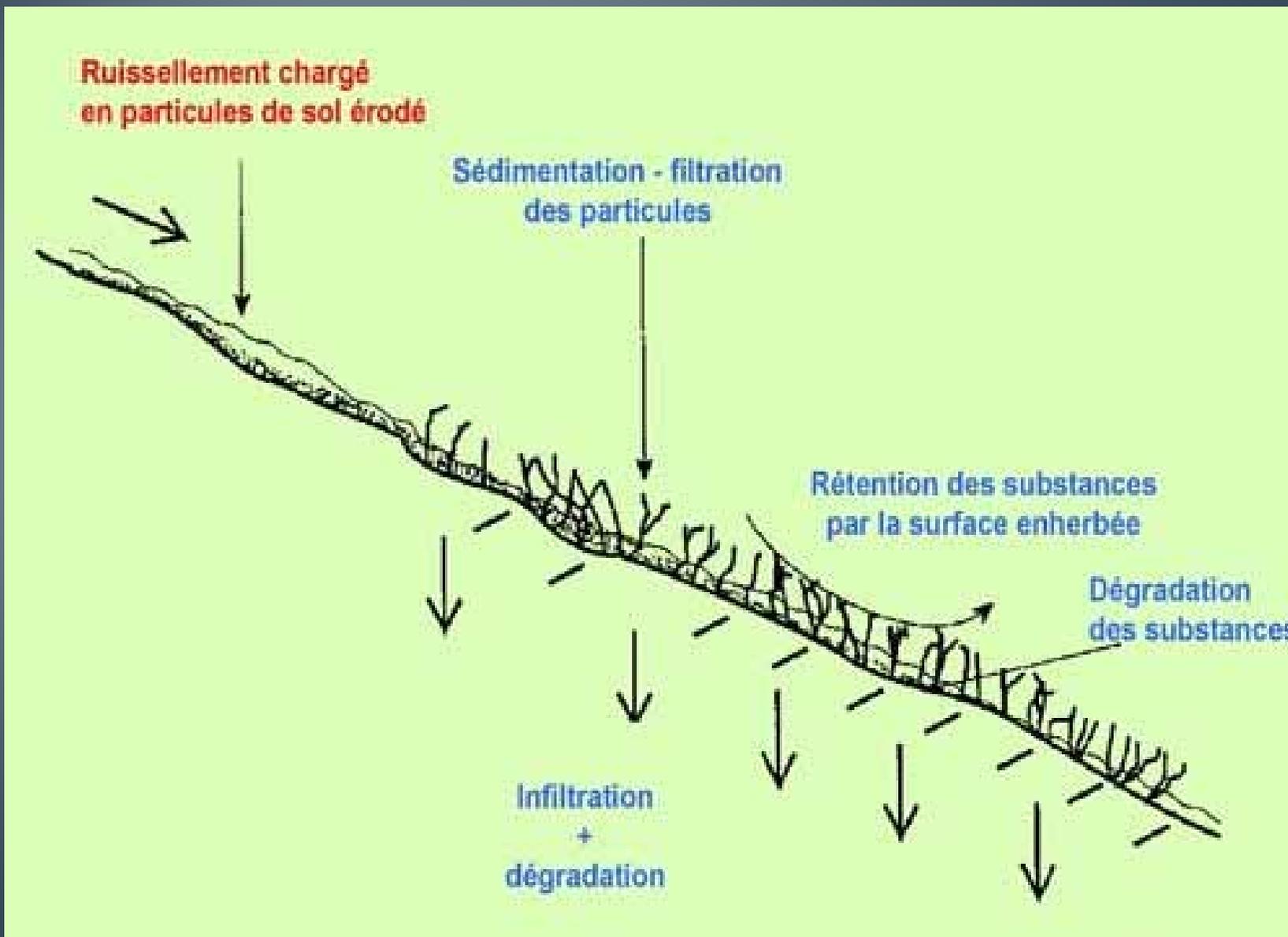
Simulation d'une application herbicide avec adjuvant. Vent latéral 7.5 km/h



Autres mesures possibles

- Mise en place de bandes enherbées / haies le long des points d'eau (ZNT)
- Labour perpendiculaire à la pente pour limiter l'érosion (quand la nature du sol le permet)
- Eviter la terre nue: introduire des CIPAN / couverts végétaux
 - Effets doubles:
 - utilisation des excédents d'azote
 - Couvert végétal qui limite l'érosion

Rôle de la bande enherbée:

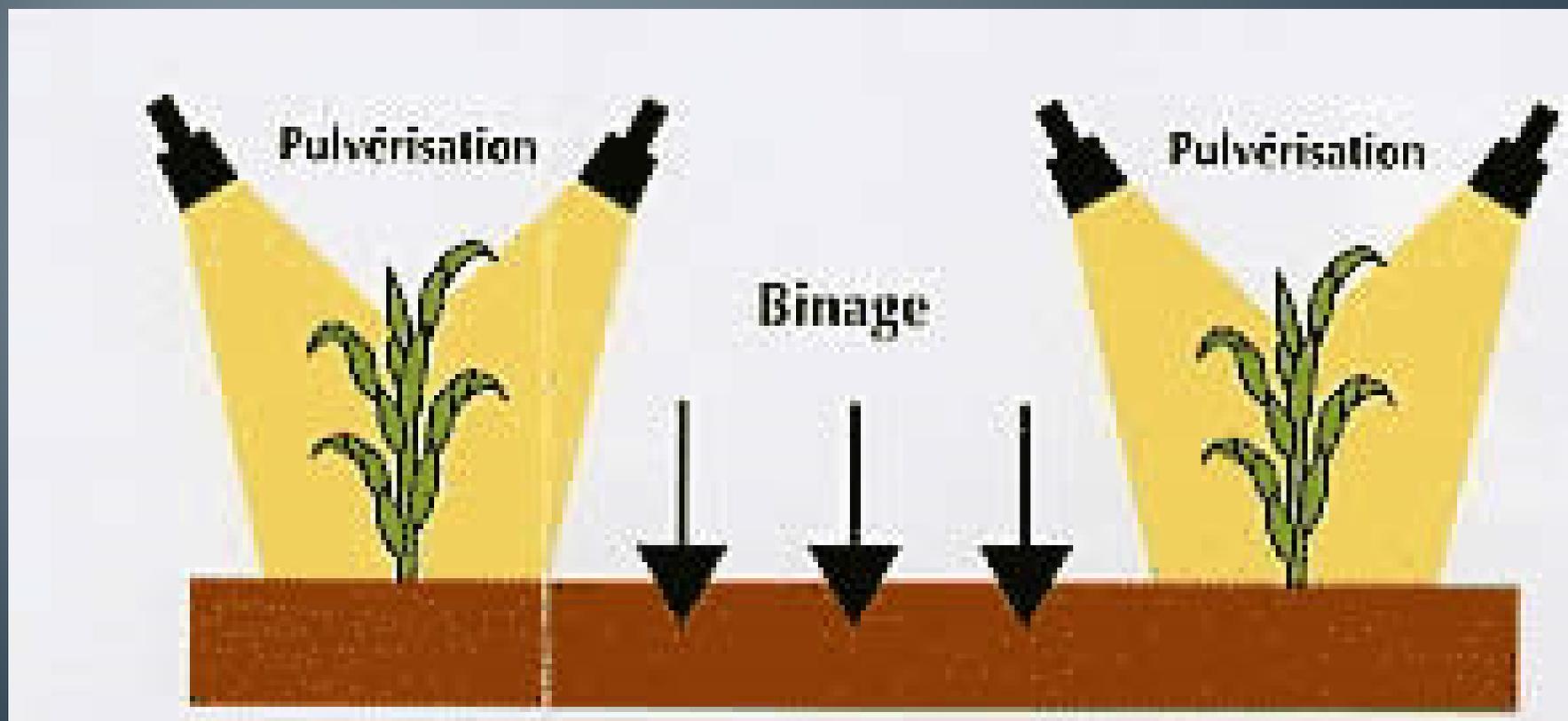




Autres mesures possibles:

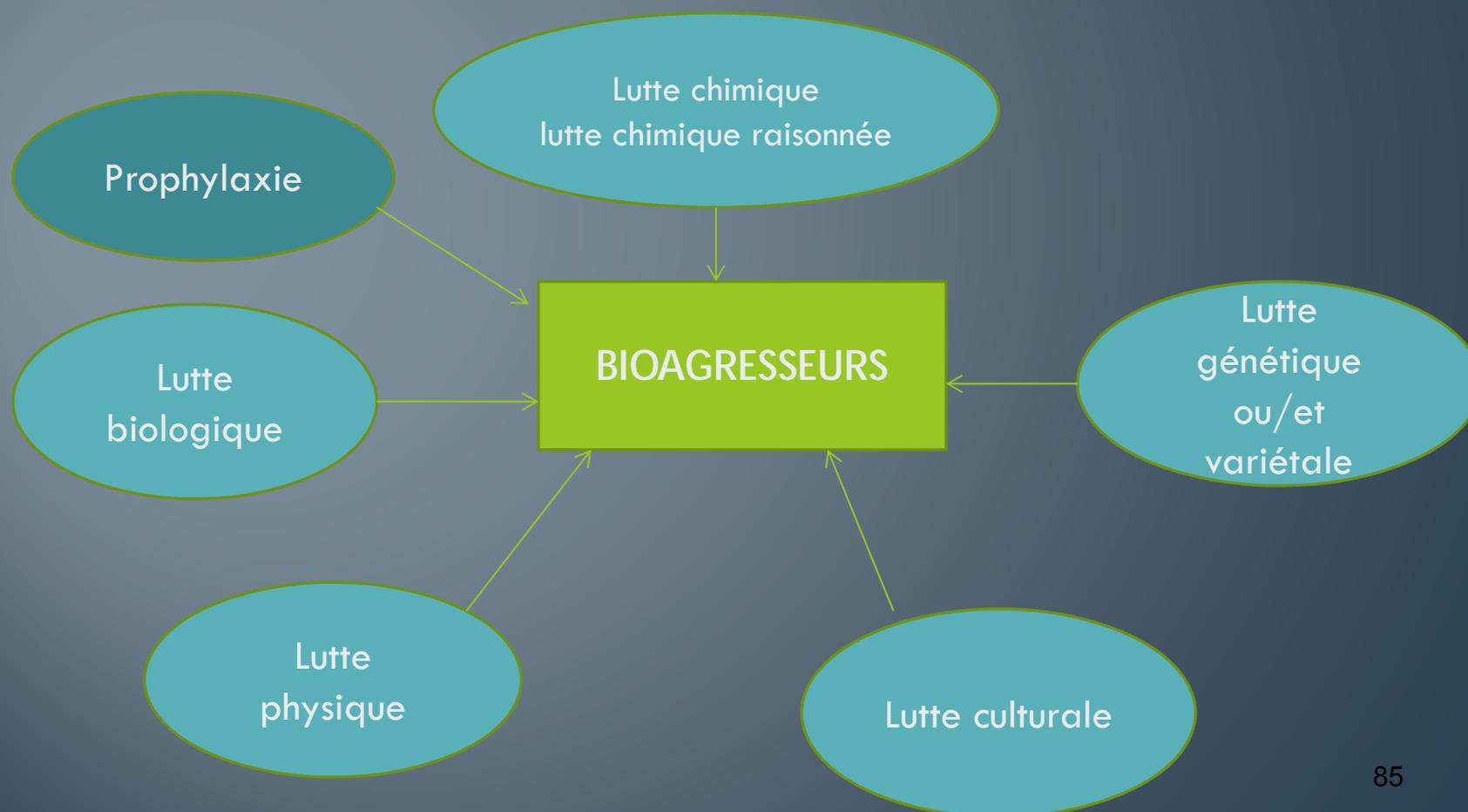
- Avoir recours au désherbage mécanique
 - Fenêtre d'action parfois très courtes
- Alternative possible: le désherbinage
 - Diminue par trois la quantité de phyto utilisée (pulvérisation uniquement sur le rang)
- Utiliser des SDP: Stimulateur des Défenses des Plantes cultivées
 - En plein essor: recherches en cours pour augmenter l'efficacité de ces stimulateurs

Le désherbinage

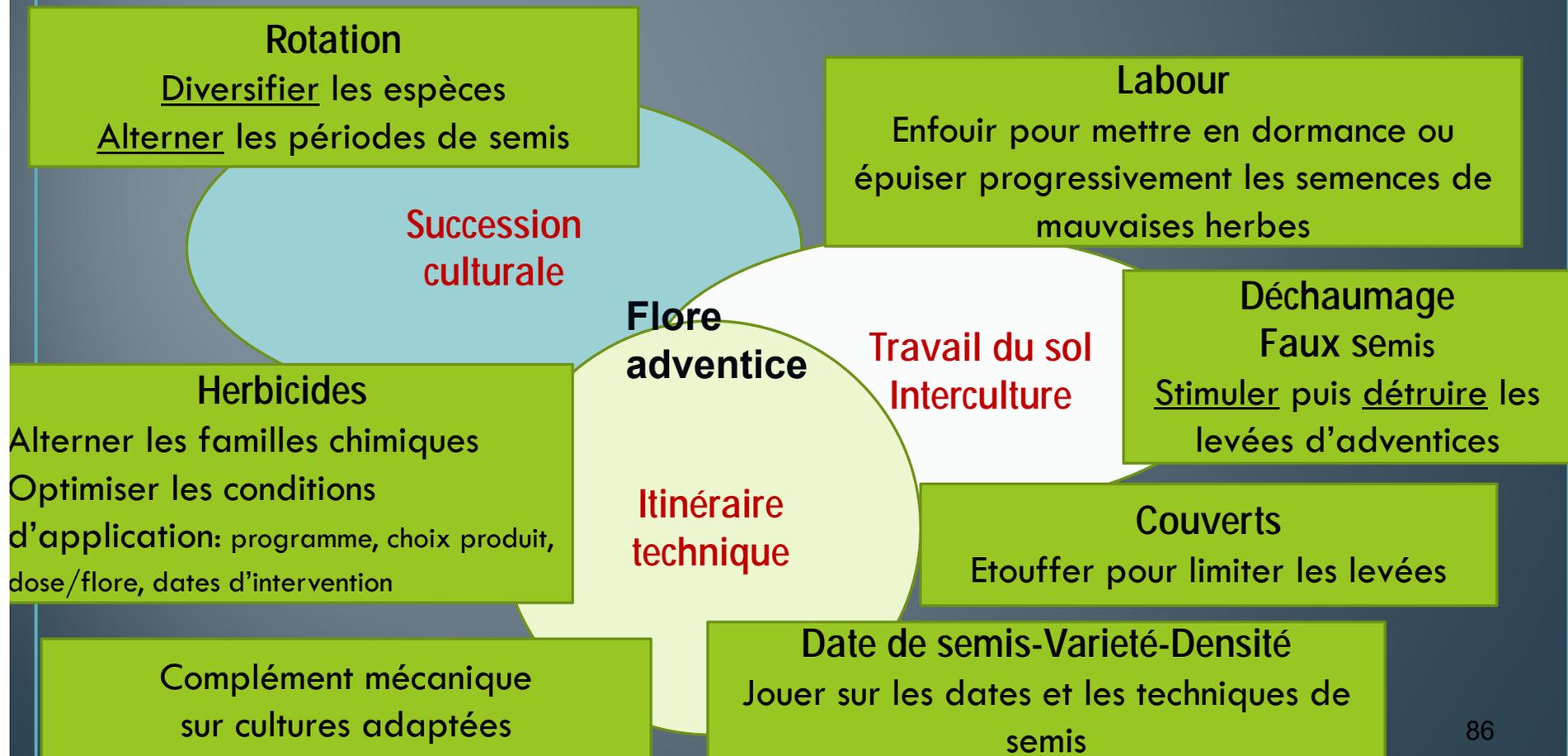




Les différentes méthodes de lutte:



Les points clefs pour un désherbage durable:



Légende: +++forte ++moyenne +faible =sans effet -effet négatif

Principales Maladies	Incidence des techniques culturales mise en œuvre							
	Destruction des repousses (1)	Rotation	Travail du sol/ Enfouissement et/ou broyage des résidus	Date de semis (2)	Densité de semis	Fertilisation azotée	Choix variétal	Mélanges variétaux
Piétin verse	+	+++	+	++	+	+	+++	
Oïdium	+		=	-	+	++	+++	+
Septoriose		+/-	+	++	=/+	=/+	++	
Rouille jaune	+		=	+/-	+	++	+++	+
Rouille brune	+		=	++	=/+	++	+++	+
Fusariose épis		+++	+++	+	+	+	++	

(1)La gestion des repousses par les opérations de déchaumage influence la survie estivale de la rouille brune

(2)Des semis tardifs peuvent favoriser l'oïdium et la rouille jaune et à l'inverse réduire le développement de la septoriose ou de la rouille brune

Efficacité des différentes méthodes de lutte sur blé (source: ARVALIS)



Principales maladies	Nuisibilité des bio agresseurs	Efficacité des méthodes de lutte disponibles				
		Lutte chimique	SDP	Résistance variétale	Lutte biologique	Lutte agronomique
Piétin échaudage	+++	+	-	+	-	+
Piétin verse	++	++	-	+++	-	+
Oïdium	+	+++	+	+++	-	++
Septoriose	+++	++	+	++	-	+
Helminthosporiose (HTR)	+	+++	-	+++	-	+++
Rouille jaune	++	+++	-	+++	-	+
Rouille brune	+++	+++	-	+++	-	++
Fusariose épi	++	++	-	++	-	+++

Rôle du pH et de la dureté de l'eau



- Certains produits phytosanitaires sont plus sensibles que d'autres au pH et / ou à la dureté de l'eau



Le pH de l'eau

- pH: potentiel hydrogène = concentration en ions hydronium responsables de l'acidité d'un milieu
- Plus le pH est faible, plus la solution est acide (pH=7: neutre/
pH>7: alcalin/ pH<7: acide)
- Selon le pH de l'eau utilisée pour réaliser la bouillie: risque ou non de baisse d'efficacité de la MA
 - Ex: il ne reste plus que 50% d'allié dans l'eau
 - À pH 7: au bout d'une journée
 - À pH 2: au bout de 5 H



Les matières actives et le pH:

- Les Ma sont plus ou moins sensibles au pH
- L'acidification ou la correction de pH à pour objectif d'assurer la stabilité des produits
- Nécessité de connaître son eau, les produits
- Il est facile de vérifier son pH (bandelettes ou pH mètre)

Les produits et leur pH idéal:



Type de produit	Objectif de pH	Exemple
Dés herbants totaux	2	Glyphosate
Sulfonylurées	5	Milagro, Gratil, Lexus, Oklar
Sulfonylurées	< 7	Allié, Safari, Atlantis, Absolu
Strobilurines	6	Ogam, Amistar, Twist, Opéra
Défanants P de T	5	Basta, Spotlight
Bentazone	5	Basagran SG
Phenmédiphame	4	Bétanal, Bétanal progress
Goltix / venzar	7	Goltix, Venzar
Ioxinyl + MCPP	6	Maestro
Fops + huile	6	Célio, Puma, Targa
Dithiocarbamates	8	Mancozèbe
Triazoles	6	Opus, Horizon
Régulateurs	5	C3, Moddus, Meddax
Régulateurs	3 à 4	Etephon
Pyréthri-noïdes	5	Cyper, Décis, Karaté
Fongi P de T	6	Shirlan
Chlorothalonil	6	Chlorothalonil



Acidifier: attention danger!

- Risque de baisse d'efficacité de la MA ou de certains co-formulants
- Risque de phytotoxicité sur la culture
- Risque d'encrassement des filtres et des buses
- Risque de dégradation du matériel
- Risque de blessure pour l'utilisateur



La dureté de l'eau:

- Dureté de l'eau proportionnelle à sa teneur en calcaire et en magnésium: exprimée en mg, en ppm ou en degré
- En France: degré français: TH° (1 degré=4mg de calcium ou 2.4 mg de magnésium/L)
- Eaux douces: 0-15°
- Eaux dures: 30-45°
- Eaux très dures >45°
- Eaux moyennement dures: 15-30°

Les matières actives sensibles à la dureté de l'eau:



Seules quelques matières actives sont particulièrement sensibles à la dureté de l'eau:

- Le glyphosate
- Les pyrèthres
- Les hormones

Pour ces produits il est intéressant de modifier la dureté de l'eau utilisée pour la pulvérisation



Dureté et acidité

- Un acide peut avoir une action sur la dureté de l'eau
- Acidifier pour réduire la dureté de son eau ne se fait pas au hasard!
- Il faut avant tout faire analyser son eau
- Principaux minéraux susceptibles d'interagir avec les PP sont: fer, zinc, calcium, magnésium, sodium, potassium...



Maitrise de la dureté

- Utiliser de l'eau de pluie
- Utiliser des adjuvants: sulfate d'ammonium ou de magnésie
 - Ex: 1g de SO_4 par litre d'eau x dureté en ppm/100 (1% du volume de la bouillie)

($^{\circ}\text{TH} \times 4 = \text{dureté en ppm}$)



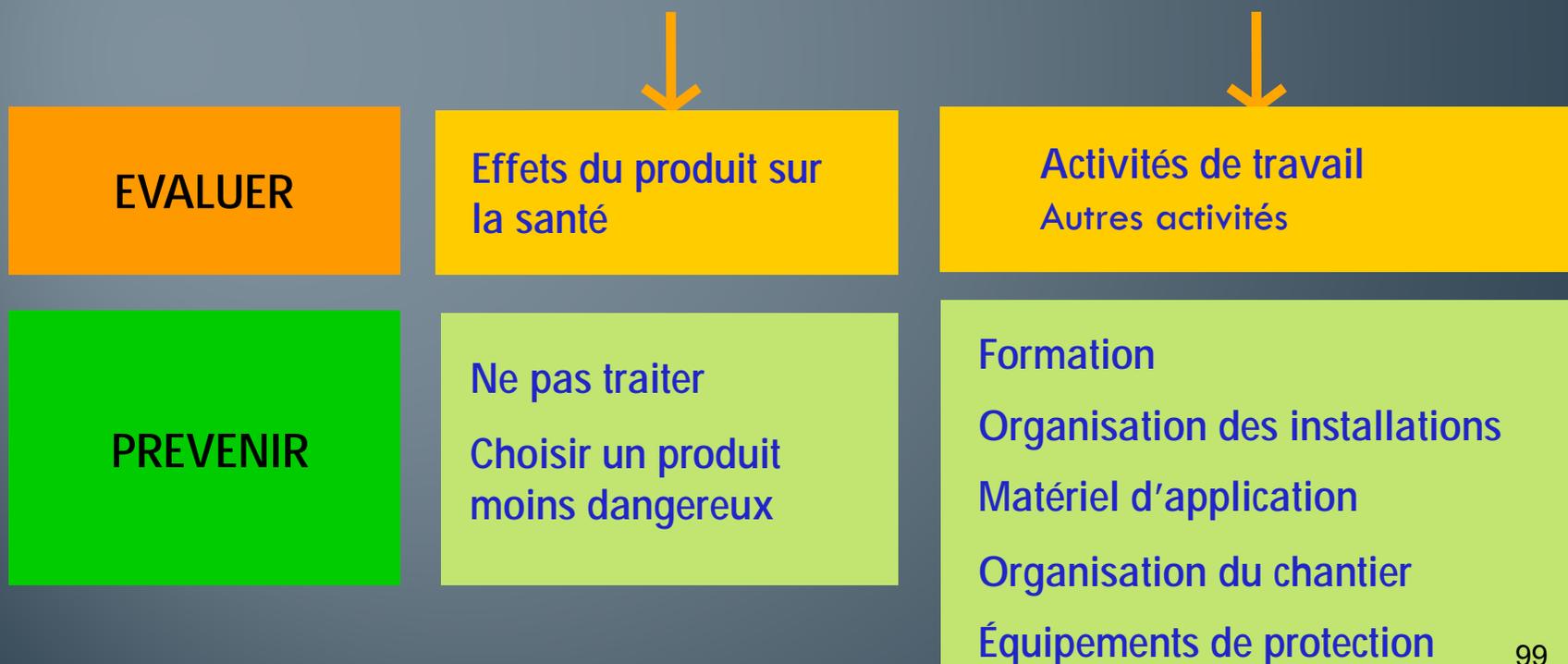
Maitrise des risques

Santé Sécurité au Travail: Quelques messages de prévention



Maitrise des risques lors des expositions

RISQUE = DANGER X EXPOSITION





Choix du produit le moins dangereux

- Consulter le site e phy:
<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

- Comparer les FDS



Utilisation des EPI:

Choix judicieux des Equipements de Protection Individuels en fonction des dangers du produit utilisé