Eau et forêt
première partie : l'influence des arbres sur la quantité des eaux

Aurélien Bansept

NDLR : L'article en deux parties (première partie publiée ci-dessous et deuxième partie à paraître dans le numéro 3-2013) fait le point sur le rôle joué par les forêts sur la quantité et la qualité des eaux forestières. Il est tiré d'un rapport sur l'intégration de l'enjeu eau potable dans la gestion des espaces arborés, réalisé en 2012 à la demande du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt par Aurélien Bansept dans le cadre de son stage de fin d'études de la formation des ingénieurs forestiers au centre de Nancy d'AgroParisTech.

Le bilan actualisé des connaissances relatives à l'influence quantitative des arbres sur l'eau en milieu tempéré proposé ici, après avoir rappelé le lien entre le cycle de l'eau et les arbres, étudie l'influence aérienne des arbres sur les flux d'eau, ainsi que l'influence terrestre et souterraine de la végétation arborée sur l'eau.

LES ARBRES : ÉLÉMENT ESSENTIEL DU CYCLE DE L'EAU ?

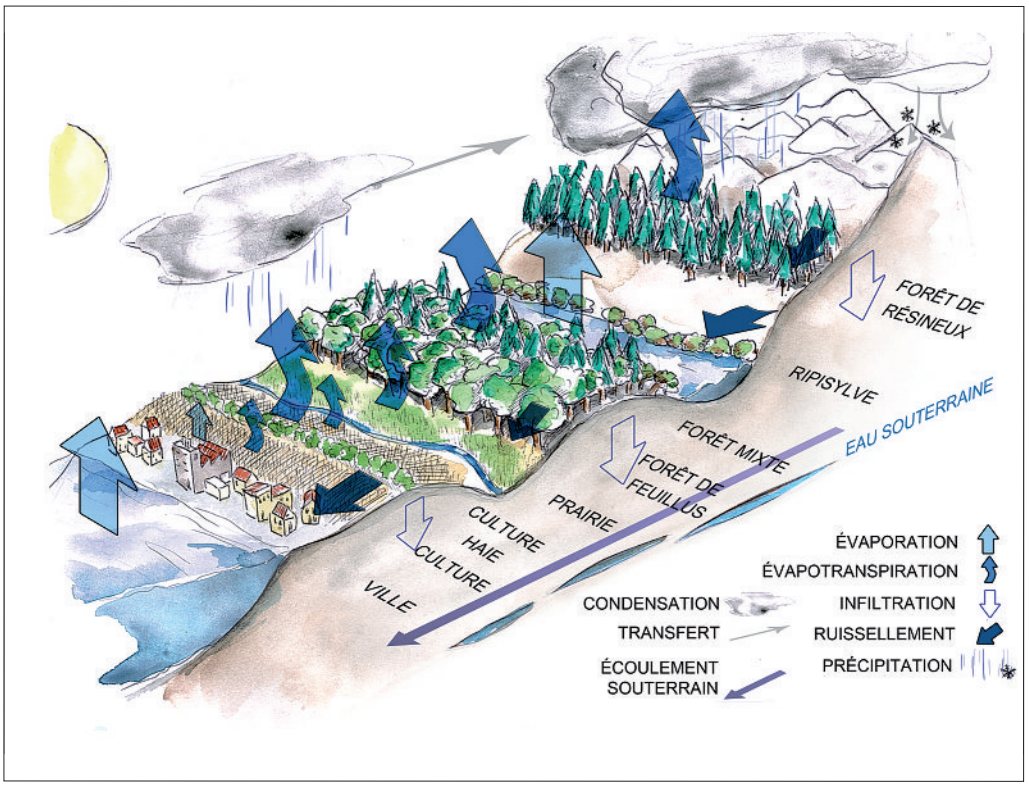
L'eau, qui peut se trouver à l'état liquide, solide ou gazeux, suit un cycle la conduisant des océans aux montagnes, de l'air au sol et inversement.

La végétation — plus particulièrement les arbres — se trouve à l'interface entre l'air et le sol. Cette position lie eau et forêt par des échanges où les arbres jouent un rôle significatif dans l'accomplissement du cycle de l'eau. Ces échanges peuvent être influencés par les pratiques sylvicoles, qui vont modeler le couvert forestier (essences, traitement sylvicole, densités des arbres, travaux et coupes…), ainsi que l'activité biologique des sols.

Les arbres interviennent principalement sur le retour de l'eau à l'atmosphère, sur l'interception des précipitations et sur le drainage de l'eau dans le sol.

La figure 1 (p. 146) illustre le rôle joué par les forêts dans le cycle de l'eau.

Figure 1 **LES FORÊTS ET LE CYCLE DE L'EAU**
Illustration de Jean Hiss, 2012,
avec son aimable autorisation de reproduction



L'INFLUENCE AÉRIENNE DES ARBRES SUR L'EAU

On entend par influence aérienne le rôle joué par les arbres sur la partie aérienne du cycle de l'eau qui correspond à l'interception, à l'évapotranspiration et aux précipitations.

L'interception efficace du couvert forestier

L'interception est la capacité du couvert végétal à stopper l'eau incidente en la stockant et surtout en l'évaporant. Cette eau n'atteint pas le sol. L'interception du couvert forestier est en général nettement supérieure à celle des autres modes d'occupation de l'espace. Cette interception marquée est due à des facteurs naturels que sont les caractéristiques architecturales des arbres et l'importance de leur développement foliaire aérien exprimé par l'indice foliaire : *Leaf area index* (L.A.I.) (voir § "Une évapotranspiration conséquente…", p. 148).

La forêt a la capacité, de façon non linéaire, d'intercepter davantage d'eau que les autres milieux (Cosandey, 2001 *in* Fiquepron, 2009), à condition que les précipitations ne soient pas trop brutales (orages) (Cosandey, 2006). Cette capacité d'interception est de 30 % à 50 % supérieure aux formations végétales basses ou herbacées (ONF Sud-Ouest, 2001). Le tableau I (p. 147) regroupe quelques valeurs d'interception des précipitations, difficilement comparables en raison de l'hétérogénéité des cas et des milieux étudiés. La dernière ligne de ce tableau donne un ordre

de grandeur pour l'interception potentielle de différents milieux. Dans certains cas, les forêts, notamment résineuses, interceptent davantage d'eau que les prairies et cultures : de quelques unités pour cent à plus du double.

Dans des conditions normales, le couvert forestier intercepte systématiquement les premiers millimètres d'eau tombés. La hauteur d'eau saturant le feuillage est d'environ 3 mm, avec une variation allant de 2 mm chez les feuillus (1,9 mm pour le Hêtre) à plus de 3 mm chez les résineux (3,1 mm pour l'Épicéa et 3,8 mm pour le Sapin de Vancouver) (Aussenac, 1968).

Tableau I **Interception des précipitations dans différentes conditions**

Forêt	Peuplements résineux	Peuplements feuillus	Prairie	Culture	Précisions	Source
25 %						Pearce *et al.* (1987) *in* Cosandey (2006)
41 %						Calder (1990) *in* Cosandey (2006)
	55 % (Épicéa)	44 % (Hêtre)			Estimation de la part des précipitations interceptées sous climat tempéré	Salibi (1984) *in* Jenni (2008)
	59 % (Épicéa)					Riegler *in* Impact-Concept S.A. (2007)
	18 à 43 %	14 à 32 %				Cosandey et Robinson (2000) *in* Detourbe *et al.* (2004)
45 %			22 %			Cosandey (2006)
20 à 30 %						Fiquepron *et al.* (2011)
	50 %				Estimation de la part des précipitations interceptées par un peuplement d'épicéa	Aussenac (1968)
15,60 %	38,50 %	19,70 %			Interception moyenne annuelle pour une hêtraie-sapinière, une pessière et une hêtraie	Dumas (2011)
› 50 %					Estimation de l'interception pour une averse de 5 mm voire moins	Dumas (2011)
+++			+	de + à ++	Influence du type de couvert sur l'interception des pluies	Granier (2007)
15 à 55 %	**20 à 55 %**	**15 à 45 %**	**–**	**variable**	**Proposition d'écart de valeurs arrondi entre les différents types de milieux**	

La composition du couvert forestier (essence et âge) et les conditions climatiques font significativement varier l'interception de l'eau (Augusto, 1999, *in* Fiquepron, 2009 ; Impact-Concept S.A., 2007). La plupart des résineux intercepte davantage d'eau que les feuillus, et ceci dès les jeunes stades (Aussenac et Boulangeat, 1980), en raison de leur L.A.I. élevé (6 pour le Douglas et 7 pour l'Épicéa contre 4,5 pour le Chêne et 5,5 pour le Hêtre, Bréda et Roman-Amat, 2002) et de leur phénologie, qui assurent une évapotranspiration plus efficace et plus longue à l'échelle de l'année (Aussenac, 1968).

Dans le cas précis du massif de la Chartreuse (Isère et Savoie), une étude montre que, depuis le milieu du XIXe siècle, les pertes en eau pour les sols et le réseau hydrographique se seraient accrues de 100 mm/an en raison de l'interception liée à la recolonisation forestière. En effet, une faible proportion de l'eau interceptée est absorbée par le couvert végétal et la plus grande partie de l'interception est évaporée (Aussenac, 1981, *in* Dumas, 2011). D'autres études confirment cette situation et indiquent que 80 % de l'interception (communication personnelle Granier, 2012) sont à considérer en perte (départ vers l'atmosphère) dans le bilan hydrique des sols (Morton, 1984 ; Bultot *et al.*, 1990 ; Humbert et Najjar, 1992 ; Carlyle-Moses, 2004 ; Pieffer *et al.*, 2005 ; *in* Cosandey, 2006).

Une évapotranspiration conséquente tenant à 3 facteurs essentiels

L'évapotranspiration est le phénomène biophysique de transfert de l'eau vers l'atmosphère qui s'effectue en forêt essentiellement par l'intermédiaire des arbres qui interceptent de grandes quantités d'eau (voir plus haut). La transpiration est le transfert de l'eau du sol vers l'arbre puis vers l'atmosphère, ou de l'arbre à l'atmosphère. L'évaporation est le transfert direct de l'eau du sol vers l'atmosphère.

Outre les grandes étendues d'eau et les zones humides (Ellison *et al.*, 2011), la forêt est le mode d'occupation des sols qui restitue le plus d'eau à l'atmosphère (Lavabre et Andréassian, 2000).

Trois facteurs essentiellement déterminent l'importance de l'évapotranspiration des forêts, permise par une interception conséquente. Ce sont :

— le développement foliaire des arbres, qui permet un fort potentiel d'évapotranspiration pour de faibles surfaces. L'indice foliaire — le rapport de la surface (en mètres carrés) occupée par le feuillage par mètre carré de sol — varie en forêt tempérée de 1 à 20. Généralement, cet indice est compris entre 3 et 6 pour les feuillus (Bréda, 1999) ;

— la rugosité du couvert forestier, qui accentue la turbulence de l'air au niveau de la canopée et assure ainsi une meilleure utilisation de l'énergie advective (Cosandey, 2002) ;

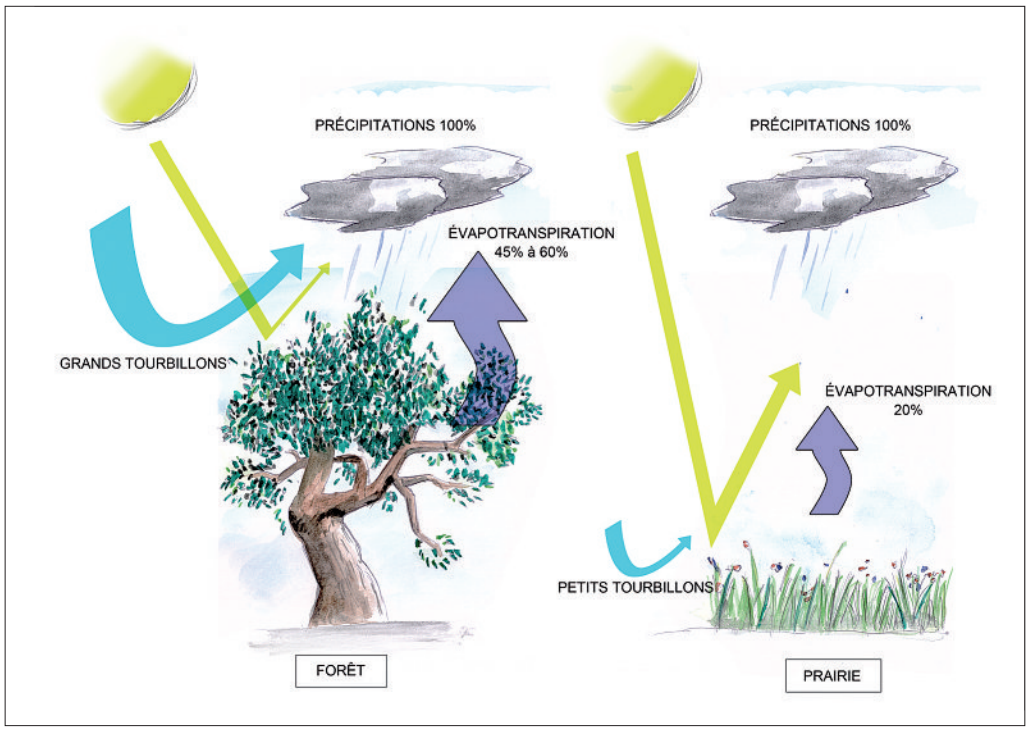
— les teintes foncées du feuillage, qui traduisent une forte absorption des rayons du soleil stimulant ainsi le déplacement des flux de chaleur et l'évapotranspiration. Les valeurs d'albédo (énergie solaire réfléchie) sont faibles.

L'influence de ces facteurs reste conditionnée aux contraintes limitant l'évapotranspiration tant d'ordre physique (vent, chaleur, froid, déficit hydrique) que biologique par la fermeture des stomates (orifices situés sur les feuilles et permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère).

La figure 2 (p. 149) illustre le rôle d'interface que joue le couvert végétal entre le sol et l'atmosphère, par son action sur les mouvements d'air, sur l'interception des rayonnements solaires et sur l'évapotranspiration.

Il est à noter que le couvert forestier, en fonction du type de peuplement et de l'intensité des vents, contribue à diminuer la vitesse des vents à l'échelle du territoire par rapport aux autres milieux.

Figure 2 **INFLUENCE DU COUVERT VÉGÉTAL SUR L'ÉVAPOTRANSPIRATION**
Illustration de Jean Hiss, 2012,
avec son aimable autorisation de reproduction



• *L'évapotranspiration est une composante majeure du bilan en eau des bassins versants*

On estime que 10 à 20 % de l'eau incidente est évaporée au plus tard dans les heures suivant l'averse (ONF, 1999). En période de végétation, l'évapotranspiration peut atteindre 80 % des précipitations incidentes (Arsaban, 2006). L'intensité de l'évapotranspiration dépend de la quantité d'eau réellement disponible dans le sol, de facteurs biologiques, tels que le type de couvert végétal (Andréassian, 2004), la surface foliaire corrélée à l'âge et à la densité, ainsi que de facteurs physiques liés à la météorologie (énergie incidente, vent, humidité et température de l'air).

• *L'évapotranspiration varie en fonction des différents milieux*

Les tableaux II, III et IV (p. 150) montrent les différences de quantité d'eau évapotranspirée entre milieux différents et entre milieux similaires. Ils font apparaître les difficultés pour comparer les résultats obtenus dans les différents milieux en matière d'évapotranspiration : les chiffres avancés par chaque étude dépendent en effet de paramètres différents pour ce qui concerne la quantité d'eau réellement disponible dans le sol, les conditions climatiques, les facteurs biologiques et physiques cités ci-dessus.

On remarquera que la comparaison faite avec la culture de maïs dans le tableau II (p. 150) est légèrement biaisée, car la valeur présentée correspond à la saison de végétation du maïs et non à l'évapotranspiration d'une année. On considère ici qu'il n'y a qu'une culture de maïs dans l'année sur la parcelle étudiée pour la comparaison.

Tableau II **Valeurs d'évapotranspirations mesurées pour différents milieux dans différentes conditions**

Forêts	Haies	Prairies	Cultures	Précisions	Source
4 mm/jr				Quantité d'eau pouvant être évapotranspirée en forêt lors d'une journée ensoleillée	Garnier *et al.* (2000) *in* Detourbe *et al.* (2004)
7 x la valeur témoin		Valeur témoin		Rapport de l'évapotranspiration observée entre deux milieux voisins dans le sud du Bassin parisien	Cosandey (2002)
45 %		22 %		Pourcentage de l'eau de pluie incidente évapotranspirée pour deux milieux voisins	Hudson *et al.* (1999) *in* Deck (2008)
90 %				Proportion annuelle maximale des précipitations évapotranspirées dans le cas d'un couvert dense de *Quercus ilex*	Birot *et al.* (2011b) *in* Sicard (2011)
			230 mm	Quantité d'eau évapotranspirée pour une culture de maïs fertilisée de façon adéquate	Pattey (2002)

Tableau III **Valeurs d'évapotranspiration mesurées pour des peuplements sur nappe**

Forêts	Haies	Prairies	Précisions	Source
Valeur témoin + 2 000 mm		Valeur témoin	Quantité d'eau supplémentaire annuellement évapotranspirée dans le cas d'une plantation sur nappe	Detourbe *et al.* (2004)
2 300 à 2 700 mm	390 mm	390 mm	Quantité d'eau évapotranspirée annuellement par deux milieux voisins	Grenwood *et al.* (1985) *in* Cosandey (2006)
	Valeur témoin + 250 à 1 500 mm	Valeur témoin	Quantité d'eau supplémentaire annuelle évapotranspirée entre deux milieux voisins	Dupraz (2011)

Tableau IV **Proportion des précipitations évapotranspirées dans différents types forestiers** (adapté par Larcher en 1996) (Kova *et al.*, 2012)

Type de forêt	Précipitations Total annuel (mm)	Évapotranspiration (% des précipitations)	Évapotranspiration (mm/s)
Forêt de conifères (Europe centrale)	730	60	438
Forêt de conifères (Nord-Est de l'Europe)	800	65	520
Forêt de feuillus (Europe centrale)	600	67	402
Forêt de chênes (Belgique)	966	53	512
Forêt de montagne (Alpes)	1 640	52	853
Forêt de montagne (Europe centrale)	1 000	43	430

Ainsi que l'indique le tableau IV (p. 150), la proportion d'eau évapotranspirée par rapport à l'eau incidente varie en fonction du type de forêt, de sa localisation et du climat. Toutefois cette observation est généralement vraie en valeur absolue (mm), elle l'est moins en valeur relative (%). Les forêts à dominante résineuse évapotranspirent davantage que les forêts feuillues. Les forêts bénéficiant de précipitations importantes au cours de l'année évapotranspirent davantage que des forêts moins arrosées. Ce tableau montre également que l'eau constitue un facteur limitant pour l'évapotranspiration. Plus il y a d'eau disponible, plus les arbres peuvent évapotranspirer comme l'illustre la forêt des Alpes, pour laquelle les valeurs sont nettement supérieures à celles indiquées pour les autres forêts. Les précipitations et leur régime lié au climat constituent également un facteur limitant à l'installation des essences forestières.

Dans le cas particulier des peupleraies installées sur nappe temporaire, les études relèvent que l'évapotranspiration est bien plus forte que pour d'autres forêts. Ce constat s'explique par l'existence de deux strates (le couvert arboré et le couvert herbacé) qui ont toutes deux une capacité de transpiration fonctionnelle liée à une concurrence limitée entre elles (Charnet, 2004), en raison de la faible densité de plantation et de l'organisation architecturale lâche des peupliers. Quant aux sols forestiers, contrairement à ce qui se produit pour les arbres, leur taux de transpiration est de 2,3 à 3 fois moins important que celui des autres milieux naturels ouverts (Schoeller, 1962, *in* Impact-Concept S.A., 2007).

Malgré la difficile comparaison des valeurs d'évapotranspiration, le tableau V (ci-dessous) propose un ordre de grandeur arrondi par type de milieux en fonction des résultats précédents (tableaux II, III et IV). On constate que la forêt évapotranspire potentiellement 2 fois plus qu'une culture de maïs non irriguée, près de 1,5 fois plus qu'une prairie et à peine plus qu'une haie dans des conditions standards (peuplement non implanté sur nappe, absence de facteurs limitant). En forêt méditerranéenne, l'évapotranspiration varie en fonction des contraintes climatiques. C'est pourquoi les valeurs d'évapotranspiration en forêt méditerranéenne ne sont pas prises en compte pour la comparaison qui est établie ici.

Tableau V **« Comparaison » proposée entre valeurs d'évapotranspiration**

	Forêts tempérées	Haies	Prairies	Cultures
Évapotranspiration (mm/an)	450 à 600	≈ 450	400	250

En complément des données des tableaux II à V, le tableau VI (p. 152) présente une synthèse du potentiel d'évapotranspiration qui est égal à :

$$\frac{\text{évapotranspiration réelle (ETR)}}{\text{évapotranspiration potentielle (ETP)}}$$

Cette synthèse a été réalisée aux États-Unis pour différents milieux (Birot et *al.*, 2011b). Ce travail confirme les tendances évoquées précédemment, à savoir une évapotranspiration multipliée par 2 entre cultures et forêts et par 1,5 entre prairies et forêts.

L'intensité d'évapotranspiration des arbres est fonction de plusieurs facteurs. Il s'agit :

— de l'essence. En période de végétation, les feuillus évapotranspirent plus que les résineux. La durée de la période de végétation des résineux étant cependant supérieure à celle des feuillus, le bilan annuel des résineux en matière d'évapotranspiration est néanmoins supérieur à

celui des feuillus. Le choix d'essence peut se faire en fonction de variations climatiques saisonnières ;

— du statut social. Un arbre dominé évapotranspire moins qu'un arbre dominant car sa surface foliaire est moindre ;

— de l'âge. Les peuplements adultes évapotranspirent davantage que les jeunes peuplements. L'évapotranspiration augmente jusqu'à un âge maximal lié à l'essence (60 ans pour le Chêne et l'Épicéa, 40 ans pour le Pin sylvestre). Un arbre adulte peut évapotranspirer un peu plus de 0,1 m^3 d'eau par jour. Cette variable est fonction des conditions climatiques de la saison, de l'espèce et du statut social de l'arbre (ONF, 1999). Un arbre doit évaporer 150 m^3 en moyenne pour produire 1 m^3 de bois. La valeur de 0,1 m^3/j d'eau par arbre correspond à environ 20 à 40 m^3/ha/j d'eau (PNR de Millevaches en Limousin, 2007), voire 50 à 60 m^3/ha/j dans des conditions non limitantes (ONF, 1999). Enfin, on estime la valeur d'évapotranspiration maximale, ETP max, égale à 1,2 fois la consommation moyenne en eau des arbres au cours de leur vie (Lavabre et Andréassian, 2000) ;

— du développement du système racinaire, qui augmente avec des sols profonds. En cas de déficit hydrique (réserve utile insuffisante), les racines sont amenées à puiser l'eau en profondeur pouvant ainsi contribuer à assécher les nappes.

Il convient de souligner que les facteurs cités ci-dessus peuvent être modifiés par les pratiques sylvicoles, qui jouent un rôle prépondérant en matière de régulation de l'évapotranspiration des peuplements forestiers.

Tableau VI **Valeurs surfaciques d'évapotranspiration et de transpiration potentielles (en milliers de km^3/an par millions de km^2)**

Sources	Forêts	Zones humides	Prairies	Cultures	Autres
Rochström et Gordon (2001)	0,72	0,82	0,51	0,38	
Oki et Kanae (2006)	0,72	1	0,43	0,49	0,24
Pour comparaison					
	lacs	0,48			
Oki et Kanae (2006)	océans	1,14			
Tremberth *et al.* (2007)	océans	1,21			

Les forêts font-elles pleuvoir ?

Les précipitations correspondent aux apports d'eau atmosphérique constitués par la pluie, la neige, la grêle, le brouillard, et les nuages.

Potentiellement, le couvert forestier peut, sous certaines conditions, permettre une augmentation des précipitations, mais à ce jour, nous ne disposons pas de données quantifiant de façon précise l'incidence positive des espaces arborés sur les précipitations (Andréassian, 2008).

Le couvert forestier étant le mode d'occupation de l'espace qui, par évapotranspiration, restitue le plus d'eau à l'atmosphère, il permet par conséquent d'augmenter la probabilité de précipitations. Cette augmentation est en grande partie liée à la rugosité du couvert végétal (voir la figure 2, p. 149) qui abonde les précipitations de 1 à 2 % (Aussenac, 1996, *in* Andréassian, 2008), à l'effet topographique des forêts en plaine, à leur effet thermique et à leur capacité à capter les brouillards.

En métropole, bien que la forêt occupe environ 28 % du territoire et concentre 31 % des précipitations, son influence sur les précipitations reste toutefois très limitée (Jenni, 2008), l'augmentation des précipitations étant évaluée entre 5 et 6 % seulement pour les estimations les plus optimistes (Lambert, 1996, *in* Impact-Concept S.A., 2007).

Les volumes apportés par les précipitations grâce aux forêts sont difficilement quantifiables en raison :

— de l'implantation très fréquente des forêts sur les montagnes, ce qui ne permet pas de distinguer les volumes de précipitations imputables à la forêt et à la montagne (effet du relief) (Fiquepron *et al.*, 2011) ;

— de possibles erreurs de mesures : pour être précises, les mesures des précipitations doivent être faites en zone dégagée. Ainsi l'augmentation observée en forêt peut-elle être simplement imputable à un biais d'échantillonnage (Impact-Concept S.A., 2007) ;

— de l'échelle des études souvent limitée, ce qui ne permet pas de mettre en évidence le rôle plus marqué que pourraient jouer de grands bassins versants forestiers (Ellison *et al.,* 2011).

Toutefois, dans les zones sèches, à l'image du bassin méditerranéen en été, l'évapotranspiration peut jouer un rôle important, vérifié dans les précipitations estivales (Sicard, 2011). En effet, lorsque la température de l'air au-dessus d'une vaste masse d'eau, telle la mer, atteint 26 °C, la quantité atmosphérique de vapeur d'eau est de 14 g par kilogramme d'air, soit les deux tiers de la quantité d'eau nécessaire dans l'air (21 g/kg) pour que l'eau des nuages se transforme en précipitations (Schulte, 2011). Les masses d'air chargées d'eau sont poussées vers les terres au-dessus desquelles elles continuent de se charger en eau jusqu'à atteindre le seuil de 21 g de vapeur d'eau par kilogramme d'air permettant à la pluie de tomber. Plus il y aura de végétation pour évapotranspirer, plus la probabilité qu'il pleuve en zone côtière (jusqu'à 100 km à l'intérieur des terres) sera élevée. La forêt joue ici un rôle essentiel dans le processus des précipitations.

Pour les grands complexes forestiers denses, comme le bassin de l'Amazonie, l'impact de la forêt sur les précipitations à grande échelle semble davantage marqué. Ainsi, défricher de vastes espaces diminue l'évapotranspiration de façon significative (Cook *in* Foucart, 2011). Les valeurs de la réduction ne peuvent néanmoins être avancées : les hypothèses de réduction reposent en effet sur le fait que les sols sont entièrement nus (sans végétation) après coupe, ce qui est rarement le cas (Andréassian, 2008).

Le brouillard est en partie lié à la présence de forêts. Lorsque l'on supprime la forêt, cela réduit le temps de présence du brouillard et augmente les températures et les sécheresses (Ellison *et al.,* 2011). Ce temps de présence du brouillard est important car la forêt condense de 30 à 50 % d'eau supplémentaire par rapport aux autres formations végétales basses (ONF, 1999).

Enfin, la rosée joue un rôle insignifiant dans l'apport en eau au sol grâce à la végétation (0,5 mm par nuit) car elle semble le plus souvent issue du peuplement forestier lui-même (ONF, 1999).

Le tableau VII (p. 154) regroupe quelques valeurs disponibles précisant le rôle des forêts dans les précipitations. Il révèle la quasi-absence d'influence de la forêt en milieu tempéré. L'influence de la forêt apparaît de façon plus certaine à l'échelle de vastes bassins versants comme celui de l'Amazone.

Historiquement, l'influence de la forêt sur les précipitations fait l'objet de nombreuses études. Depuis les enquêtes de Siméon sous Louis XVIII pour identifier les causes du refroidissement que subit la France à cette période, en passant par les travaux de Mathieu à Nancy en 1878 pour quantifier la différence entre précipitations en forêt et hors forêt (Andréassian, 2008), jusqu'aux

expérimentations plus récentes menées aux États-Unis, à l'échelle de bassins versants entiers, les précipitations sont au cœur des interrogations.

Tableau VII **Estimation de la part du rôle de la forêt dans les précipitations totales (%)**

Forêt tempérée	Forêt méditerranéenne	Forêt amazonienne	Précisions	Source
1 à 2 %			Augmentation des précipitations liée à la présence de la forêt	Aussenac (1970) *in* Cosandey (2006)
5 à 6 %			Augmentation des précipitations liée à la présence de la forêt sous climat tempéré océanique	Lambert (1996) *in* Cosandey (2006)
		20 %	Diminution des précipitations totales sur très grand bassin versant (Amazonie) si vaste coupe	Andréassian (2008), Cook *in* Foucart (2011)
		60 %	Proportion estimée des pluies incidentes sur la forêt amazonienne sempervirente humide liée à sa propre évapotranspiration	Malagnoux *et al.* (2007) *in* Unasylva (2007)

À ce jour, différentes théories s'opposent encore. Dans le contexte des forêts boréales russes, les scientifiques Gorshkov et Makarieva considèrent que l'influence des forêts sur les précipitations est insuffisamment étudiée. Ils estiment, contrairement à ce qui est communément admis, que c'est la formation en zone continentale des nuages par évapotranspiration qui constitue la force motrice des vents et donc des précipitations, et non pas le différentiel de température entre le sol et l'air (Bourrel, 2012).

Enfin, la question du rôle joué par les forêts dans la régulation du climat suscite des interrogations tant pour des événements lointains — disparition de la civilisation maya (Foucart, 2011), bouleversements climatiques ayant touché le bassin du Congo il y a 3 000 ans (Marin *in* Saliba, 2012) — que contemporains — fortes sécheresses à l'image de celles que subit le Mexique actuellement (Rodarte *in* Saliba, 2012).

Si la destruction des forêts peut avoir une influence sur la baisse des précipitations, le rôle du changement climatique sur les forêts ne doit pas être négligé (FAO, 2008).

L'INFLUENCE TERRESTRE ET SOUTERRAINE DES ARBRES SUR L'EAU

Les forêts interviennent sur l'écoulement de l'eau à la surface du sol (ruissellement) et en profondeur (infiltration).

Un ruissellement limité

Il convient de rappeler que l'importance du ruissellement dépend de la pente et de la nature des sols.

En présence d'espaces arborés, le ruissellement est limité, d'où une très faible érosion des sols (Cosandey, 2006 ; Hamilton, 2009) et une contention des crues.

C'est aux sols forestiers qu'il convient d'attribuer la limitation du ruissellement des eaux forestières. Les espaces arborés ralentissent et retiennent davantage l'eau que les autres milieux en raison des propriétés des sols forestiers : fonctionnalité des humus, porosité… L'efficacité de ces propriétés augmente avec la profondeur des sols.

L'humus joue un rôle principal dans la rétention d'eau et la macroporosité des sols (domaine de porosité où l'eau circule librement : pores de taille comprise entre 6 µm et 3 mm) favorise l'infiltration. Ainsi, les sols forestiers sont particulièrement filtrants et bien davantage que ceux des écosystèmes prairiaux. La bonne tenue des sols forestiers contribue également à contenir le ruissellement : le système racinaire des arbres leur confère cette capacité de retenue. Ce maintien est d'autant plus important que les sols forestiers sont le plus souvent peu épais et sur de fortes pentes. Cette aptitude explique l'efficacité des boisements de la restauration des terrains en montagne.

C'est pourquoi la suppression du couvert arboré, même temporairement, augmente le potentiel de ruissellement par saturation de la capacité d'infiltration et également par débordement de la nappe qui n'est plus exploitée par les arbres. Laisser les rémanents d'exploitation au sol n'est pas suffisant pour empêcher le phénomène de saturation de la capacité d'infiltration (Verry, 1987, *in* Cosandey, 2006). Des mesures effectuées sur de petits bassins versants récemment déboisés montrent que l'augmentation du ruissellement est comprise entre 0 et 20 % des précipitations (0 à 20 % pour des peuplements feuillus et 10 à 20 % pour des peuplements résineux) (Bosch et Hewlett, 1982, *in* Impact-Concept S.A., 2007). Ces données sont toutefois délicates à interpréter dans la mesure où une partie de l'augmentation du ruissellement est due à l'absence d'interception.

Le lieu d'implantation et les caractéristiques de la végétation interviennent dans la capacité des boisements à réguler le débit et les flux d'eau. En tête de bassin, les boisements vont retenir l'eau et donc différer les crues (Charnet, 2010). Dans la pente, en fond de vallée ou de talweg, ils vont en revanche contenir les crues en générant une rupture dans la dynamique d'écoulement. La densité, la hauteur du peuplement et le type de végétation constituent les principaux facteurs ayant une incidence directe sur la capacité de la végétation à retenir les sols et les sédiments, y compris pour les sols ripariens, c'est-à-dire les sols des ripisylves. Une végétation dense garantit une interception maximale (Karssies et Prasser, 1990, *in* Vigiak *et al.,* 2007).

Généralement, le couvert arboré conduit à la diminution du débit des cours d'eau par consommation de la ressource et non par le stockage de l'eau dans l'arbre qui est insignifiant (Andréassian, 2008). En conséquence, il limite les crues mais accentue les étiages. Cependant, dans certaines situations rares [cas observés dans le bocage breton et dans des zones très sèches comme le canyon de Jocotàn dans l'est du Guatemala (FAO, 2008)], et en fonction du contexte physique et biologique, les débits d'étiage peuvent être rehaussés grâce à la présence d'arbres (Humbert et Najjar, 1992, *in* Fiquepron, 2009). Cette élévation est alors très certainement liée à un ralentissement de l'écoulement souterrain dû à la présence d'arbres à faible densité et donc à une évapotranspiration limitée permettant l'arrivée régulée de l'eau au cours d'eau.

En revanche, le rôle du bocage dans la régulation des crues est difficile à démontrer, à l'exception de ses effets positifs en matière de rétention lorsque le sol n'est pas saturé (communication personnelle Le Bouler, 2012).

Le tableau VIII (p. 156) présente les niveaux de ruissellement dans différents milieux. Il apparaît bien que la forêt réduit les écoulements. Quant aux systèmes intermédiaires agroforestiers et au bocage, ils apportent une plus-value notable par rapport aux prairies et aux terres agricoles.

La forêt réduit 5 fois plus le ruissellement qu'une terre agricole, 3 fois plus qu'une prairie et environ 2 fois plus qu'une haie ou qu'un système agroforestier équilibré.

Tableau VIII **Estimation du ruissellement par milieu**

Forêt	Agroforesterie	Bocage	Prairie	Terres agricoles	Précisions	Source
x				5x	Proportion de sédiments libérés par ruissellement	Brown et Binkley (1994) *in* Fiquepron (2009)
x			3x	5x		Neri (2003)
		x		1,5 à 2x	Expression de l'intensité des crues en fonction des milieux	Humbert et Najjar (1992) *in* Fiquepron (2009)
	x (100 mm/an)			3x	Estimation du ruissellement (+ drainage)	Dupraz (2011)
50 à 300 mm			20 à 100 mm		Proportion d'eau interceptée par le sol sous couvert, en hiver (Bretagne)	Huet *et al.* (2001)
5 %					Proportion des précipitations ruisselantes sous forêt méditerranéenne	Birot *et al.* (2011a)
x	**1,67x**	**2,5x**	**3x**	**5x**	**Proposition de rapport de ruissellement entre milieux vis-à-vis de la forêt**	

L'infiltration : un phénomène caractéristique du rôle des forêts

En permettant une bonne infiltration de l'eau dans le sol, les forêts contribuent généralement à recharger les nappes phréatiques (Malagnoux *et al.*, 2012).

L'infiltration de l'eau dans les sols forestiers varie en fonction du degré d'humidité du sol, de la texture des horizons et de la densité racinaire (porosité). Dans le sol, l'eau circule toujours de la zone la plus humide vers la zone la plus sèche. En outre, moins il y a d'eau dans le sol, moins l'écoulement gravitaire est rapide, et en milieu saturé, l'eau s'écoule à une vitesse allant de 0,1 cm/h à 10 cm/h (Duchaufour et Hillel *in* ONF, 1999). Ainsi, lorsque l'humidité du sol est proche de la capacité au champ (quantité maximale d'eau que le sol peut retenir), l'écoulement gravitaire est estimé à 0,001 cm/h ; au point de flétrissement permanent, il n'est plus que de 10^{-6} cm/h (Musy *et al.*, 1991 ; Hillel, 1982 *in* ONF, 1999).

Les milieux arborés permettent une meilleure infiltration que les autres milieux en compensant pour la réserve d'eau du sol leur forte évapotranspiration par de très faibles pertes par ruissellement. La figure 3 (p. 157) et le tableau IX (p. 157) montrent, comme pour les autres paramètres, que l'infiltration varie en fonction des milieux et des cas étudiés, mais que globalement les forêts peuvent permettre une infiltration 5 fois supérieure aux cultures et 2 fois supérieure

aux prairies (Bharati *et al.*, 2002, *in* Maître et Jenni, 2007). L'écart entre les forêts et les cultures est le plus marqué lorsqu'il y a une pénurie en eau (sécheresse, été).

FIGURE 3 **INFILTRATION CUMULÉE (mm) EN FONCTION DU TEMPS (h) POUR DIFFÉRENTS MILIEUX À DEUX PÉRIODES DE L'ANNÉE**

Illustration réalisée d'après Bharati *et al.* (2002) in Maître et Jenny (2007)

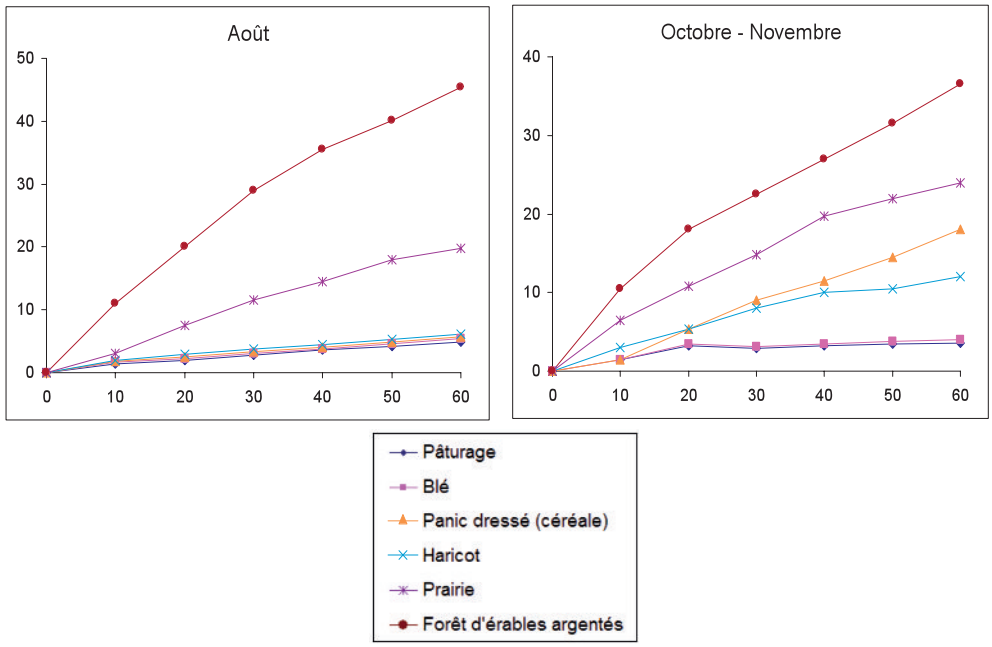


TABLEAU IX **Valeurs d'infiltration pour différents milieux**

Forêt	Résineux	Feuillus	Prairie	Cultures	Précisions	Source
5x				x		Jenni (2008)
2x			x		Infiltration comparée de différents milieux dans des conditions similaires	Maître *et al.* (2007)
5x			x			
	0,64x	x				Maître *et al.* (2007)
50 à 300			20 à 100		Proportion (mm) d'eau interceptée par le sol sous couvert, en hiver (Bretagne)	Huet *et al.* (2001)
	41 %	56 %			Infiltration sous hêtraie et pessière pour 1 000 mm d'eau incidente	Jenni (2008)
5x	**[y ; 1,5y]**		**2,5x**	**x**	**Proposition de rapport d'infiltration entre milieux vis-à-vis de la forêt, avec entre crochets le rapport spécifique entre feuillus et résineux**	

Les feuillus peuvent permettre une meilleure infiltration que les résineux grâce au drainage, en particulier parce qu'en hiver ils sont dépourvus de feuilles susceptibles de retenir l'eau. Les jeunes peuplements interceptent moins l'eau que les peuplements adultes et ceci est plus marqué pour les jeunes peuplements feuillus (Brechtel et Pavlov, 1997, *in* Jenni, 2008).

La capacité des forêts à permettre le rechargement des nappes est difficilement quantifiable (Simon, 2011) mais c'est un fait (Lavabre et Andréassian, 2000) que l'on tente d'évaluer par modélisation. Contrairement à ce qu'il est possible d'imaginer, la forêt ne constitue donc pas un danger pour les sources d'eau forestières. Lors de sécheresses sévères, il n'a pas été observé d'impact significatif du type de couvert forestier sur les potentialités de production des sources gravitaires (Fiquepron, 2009). Néanmoins, il en est de même lors de périodes très pluvieuses (Jenni, 2008). Il n'a d'ailleurs pas été davantage mis en évidence d'influence d'une forte densité du sous-étage forestier sur l'infiltration mais seulement une concurrence entre strates pour l'accès à l'eau (Fiquepron, 2009).

EAU ET FORÊT, ASPECTS QUANTITATIFS : CONCLUSION ET ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION

Ce bilan rappelle que le rôle de l'interface forestière entre air et sol dans le cycle de l'eau est particulièrement marqué. Les connaissances actuelles sur l'influence quantitative des arbres sur l'eau permettent d'affirmer que les forêts ont une forte capacité pour intercepter l'eau incidente (précipitations). Elles possèdent également l'avantage d'évaporer plus que les autres milieux naturels — à l'exception des grandes étendues d'eau —, de contenir les ruissellements et ont une propension non négligeable à permettre l'infiltration de l'eau arrivant au sol.

Pourtant ces affirmations restent difficilement quantifiables et les valeurs obtenues ne sont pas généralisables faute d'homogénéité des situations. De même, sous des climats tempérés, il n'est pas envisageable d'affirmer systématiquement que la forêt « fait ou ne fait pas pleuvoir ».

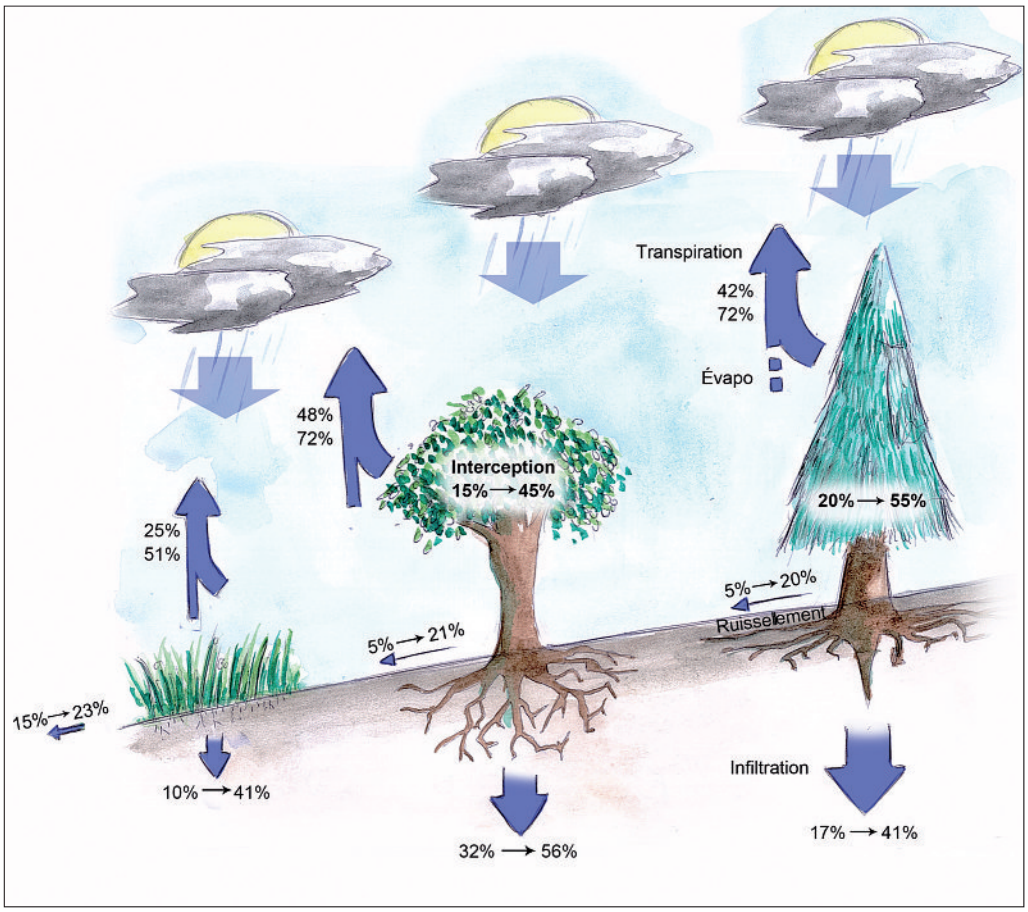
Pour illustrer cette réflexion globale, la figure 4 (p. 159) propose un bilan des flux d'eau (pour 100 % de précipitations incidentes) montrant la capacité supérieure des milieux arborés sous climat tempéré à laisser les eaux s'infiltrer et à évapotranspirer au détriment du ruissellement par rapport aux autres milieux. Cette illustration permet de souligner la grande variabilité entre milieux, ce qui rend les comparaisons complexes et laisse à l'appréciation des gestionnaires le choix d'actions permettant de trouver un équilibre.

Grâce aux très nombreux travaux menés sur les relations entre eau et forêt, les mécanismes qui régissent les phénomènes abordés ici sont connus. La recherche demeure nécessaire pour affiner les connaissances relatives à certains phénomènes, aux pratiques sylvicoles et aux essences forestières, dans un contexte éprouvé par le changement climatique et où les besoins énergétiques évoluent rapidement. Toutefois, le rôle du forestier pour maîtriser les flux d'eau est certainement plus réduit que pour la qualité de ces eaux car les quantités d'eau sont liées aux conditions pédoclimatiques (type de sol, relief, présence de la nappe…) comme cet article a tenté de le montrer.

Des questions centrales persistent quant aux surfaces forestières nécessaires à l'échelle de bassins versants pour assurer une répartition optimale des flux d'eau, aux méthodes sylvicoles à adopter, à la quantification de la recharge des nappes, au rôle régulateur de l'évapotranspiration pour le climat et enfin à la modélisation et à l'extrapolation des connaissances actuelles.

Figure 4

SYNTHÈSE DES FLUX D'EAU
Illustration de Jean Hiss, 2012,
avec son aimable autorisation de reproduction



L'approfondissement des connaissances pour améliorer les pratiques est d'autant plus nécessaire que les probables conséquences — propres et conjointes — liées au changement climatique et aux besoins énergétiques futurs impacteront davantage l'eau et la forêt et déstabiliseront ainsi des écosystèmes et des modes de gestion déjà fragilisés.

Aurélien BANSEPT
Chargé de développement - équipe Eau
Forestiers privés de France - CNPF-IDF
Maison de la Forêt
11 rue de la Commanderie
F-54000 NANCY
(aurelien.bansept@laposte.net)

BIBLIOGRAPHIE

ANDRÉASSIAN (V.). — Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. — *Journal of Hydrology*, n° 291, 2004, pp. 1-27.

ANDRÉASSIAN (V.). — Quelles questions se pose-t-on encore au sujet du lien entre couvert forestier et hydrologie ? — *Rendez-vous techniques Office national des forêts*, n° 22, 2008, pp. 25-29.

ARSABAN (M.). — Rôle de la forêt et des boisements sur la qualité et la quantité des eaux. — Centre régional de la propriété forestière Poitou-Charentes, 2006. — 56 p. (Mémoire de fin d'études master professionnel "Génie écologique").

AUSSENAC (G.). — Interception des précipitations par le couvert forestier. — *Annales des sciences forestières*, vol. 25, n° 3, 1968, pp. 135-156.

AUSSENAC (G.), BOULANGEAT (C.). — Interception des précipitations et évapotranspiration réelle dans des peuplements de feuillus (*Fagus sylvatica* L.) et de résineux *(Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). — *Annales des sciences forestières*, vol. 37, n° 2, 1980, pp. 91-107.

BANSEPT (A.). — Milieux arborés et eau. Bilan des connaissances et propositions pour orienter les politiques publiques incitant à une gestion favorable pour la ressource en eau. — Nancy : AgroParisTech-ENGREF, 2012.— 110 p. (Formation des ingénieurs forestiers, mémoire de fins d'études).

BIROT (Y.), GARCIA (C.), PALAHÍ (M.). — Interactions forêt-eau en région méditerranéenne : données scientifiques, idées reçues et enjeux. — European Forest Institute Mediterranean Regional Office EFIMED, 2011a. — Présentation power point, 20 diapositives.

BIROT (Y.), GARCIA (C.), MATTEUCCI (G.), MAVSAR (R.), MUYS (B.), PALAHÍ (M.). — L'Eau pour la forêt et les hommes en région méditerranéenne. — *Forêt méditerranéenne*, vol. XXXII, n° 4, 2011b, pp. 352-359.

BOUILLON (P.). — Compte-rendu de la 122e réunion du Comité permanent forestier des 12 et 13 décembre 2011 présidée par Markus Holzer (DG Agri). — Paris : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, 2011. — 8 p.

BOURREL (M.). — Moins de forêt, moins de pluie. — [En ligne] : http://www.sciencepresse.qc.ca/revue-presse/2012/02/28/moins-forets-moins-pluie. Site consulté le 28 février 2012.

BRÉDA (N.). — L'Indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel. — *Revue forestière française*, vol. LI, n° 2, 1999, pp. 135-150.

BRÉDA (N.), ROMAN-AMAT (B.). — Impact de la conduite des peuplements forestiers sur les ressources en eau. — *La Houille blanche*, n° 3, 2002, pp. 78-84.

CHARNET (F.). — Impacts des espaces boisés sur la qualité de l'eau. — *Forêt entreprise*, n° 193, juillet 2010, pp. 14-19.

CHARNET (F.). — Le Peuplier et l'eau au centre des débats. — *Forêt entreprise*, n° 159, octobre 2004, pp. 38-41.

COSANDEY (C.). — Conséquences de la forêt sur l'abondance des cours d'eau. — *La Forêt privée*, n° 263, janvier-février 2002, pp. 65-72.

COSANDEY (C.). — Conséquences des forêts sur l'écoulement annuel des cours d'eau. — *Revue forestière française*, vol. LVIII, n° 4, 2006, pp. 317-328.

DECK (C.). — Gestion forestière et eau potable : Analyse de cas et recommandations. — Nancy : AgroParisTech-ENGREF, 2008. — 74 p. (Formation des ingénieurs forestiers, mémoire de fin d'études).

DETOURBE (J.), JABOT (F.), TOUSSAINT (A.). — Forêts et eaux. Thèmes porteurs et pistes de recherche. — Travail d'étudiants de l'École nationale du génie rural, des eaux et des forêts pour le groupement d'intérêt public ECOFOR, 2004. — 60 p.

DUMAS (D.). — Impact de la forêt sur l'évolution des ressources en eau en moyenne montagne alpine depuis le milieu du XIXe siècle (massif de Chartreuse, France). — *Revue de géographie alpine*, vol. 99-4, 2011, [En ligne] : http://rga.revues.org/1555 ; DOI : 10.4000/rga.1555, mis en ligne le 10 février 2012, consulté le 20 février 2012.

DUPRAZ (C.). — Rôle des haies sur les ressources en eau. — Présentation power point, 15 diapositives.

ELLISON (D.), FUTTER (M.-N.), BISHOP (K.). — On the forest cover-water yield debate: from demand- to supply-side thinking. — *Global Change Biology*, n° 18, 2012, pp. 806-820.

FAO. — La nouvelle génération de programmes et projets d'aménagement des bassins versants. — Rome : FAO, 2008. — Étude FAO forêts, n° 150, 139 p.

FIQUEPRON (J.). — Outil d'aide à la décision pour diversifier les revenus forestiers/ forêt et eau. — Rapport lié à la Convention n° E 18 / 07. Action conjointe Institut national de la recherche agronomique et Institut pour le développement forestier : forêt et eau. — Centre national de la propriété forestière-Institut pour le développement forestier, Laboratoire d'économie forestière, Institut national de la recherche agronomique et AgroParisTech-ENGREF, 2009. — 78 p.

FIQUEPRON (J.), GRANIER (A.), BADEAU (V.). — Forêt et quantité d'eau, l'apport des modèles de bilan hydrique. — *La Lettre eau*, France Nature Environnement, n° 54, 2011, pp. 9-10.

FOUCART (S.). — Les Mayas, faiseurs de sécheresses ? — *Le Monde*, samedi 10 décembre 2011, p. 3.

GRANIER (A.). — Rôle des prairies dans le cycle de l'eau. Comparaison avec la forêt. — *Fourrages*, n° 192, 2007, pp. 399-408.

HAMILTON (L.-S.). — Les forêts et l'eau. — Rome : FAO, 2009. — Étude FAO forêts, n° 155, 93 p.

HUET (P.), ROUSSEL (P.), MARTIN (X.), BOURGET (B.), VARRET (J.), GUELLEC (J.), MONADIER (P.), SAUZEY (P.), TEYSSIER (A.). — Mission d'expertise sur les crues de décembre 2000 et janvier 2001 en Bretagne. — 2001. — 144 p.

JENNI (R.). — Quel peuplement pour quelle protection des eaux souterraines ? Entre idées reçues et faits démontrés. — *Rendez-vous techniques Office national des forêts*, n° 22, 2008, pp. 30-33.

IMPACT-CONCEPT S.A. — Influence quantitative de la forêt sur l'infiltration des eaux. — Document compilé dans R. Rapin, 2012. — 8 p.

KOVA (M.), FAJON (S.), VILHAR (U.), FERREIRA (A.), KUSAR (G.), JAPELJ (A.), KRMA (P.), POLANSEK (B.), TENCIC (M.), URBANCIC (M.), KUTNAR (L.), GARTNER (A.), RESMAN (S.). — Forest and water. — Summary of the Slovenian project. — 2012. — 16 p.

LAVABRE (J.), ANDRÉASSIAN (V.). — Eaux et Forêts. La forêt, un outil de gestion des eaux ? — Cemagref Éditions, 2000. — 116 p.

MAÎTRE (V.), JENNI (R.). — Étude bibliographique sur la relation forêt-eau souterraine. — Projet-pilote en partenariat entre la sylviculture proche de la nature et les distributeurs d'eau potable. Forum broyard de la forêt et du bois – Commission forêt-eau. — 2007. — 16 p.

MALAGNOUX (M.), SÈNE (E.-H.), ATZMON (N.). — Les forêts, les arbres et l'eau dans les terres arides, un équilibre précaire. — *Unasylva*, vol. 58, n° 229, 2007-4, pp. 24-29.

NERI (R.). — Charte forestière de territoire du massif des Andelys – Diagnostic territorial. — Centre régional de la propriété forestière de Normandie, 2003. — 47 p.

ONF. — L'Eau et la forêt. — *Bulletin technique de l'ONF*, n° 37 (numéro spécial), 1999, 235 p.

ONF SUD-OUEST. — Valorisation de la relation Eau-Forêt : approche économétrique. – Document de travail. — Office national des forêts Sud-Ouest, 2001. — 48 p.

PATTEY (E.). — Étude de cas sur la productivité des cultures de maïs et de soja face à la variabilité climatique. — 65e congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. — 2002. — 10 p.

PNR DE MILLEVACHES EN LIMOUSIN. — Recueil général de connaissances sur les interactions arbres / sylviculture et les ressources en eau. — Document de travail du Parc naturel régional de Millevaches en Limousin, 2007. — 75 p.

RAPIN (R.). — À la découverte de l'eau en forêt. — Document distribué dans le cadre du colloque final du projet Interreg Alpeau, le 28 mars 2012. — 20 p.

SALIBA (F.). — Au Mexique, la faim gagne les campagnes. — *Le Monde*, vendredi 27 janvier 2012, p. 6.

SCHULTE (E.). — Influences of EU forests in weather patterns. — Standing Forestry Committee, 12 et 13 décembre 2011. — 8 diapositives.

SICARD (N.). — État de l'art des services écosystémiques que rendent les forêts méditerranéennes dans le domaine de l'eau. — Nancy : AgroParisTech-ENGREF, 2011. — 101 p. (Formation des ingénieurs forestiers, mémoire de fin d'études).

SIMON (E.). — La Forêt pour l'eau potable, un service de qualité. — *La Lettre eau,* France Nature Environnement, n° 54, 2011, pp. 6-9.

UNASYLVA. — Les forêts et l'eau. — *Unasylva*, vol. 58, n° 229, 2007, 72 p.

VIGIAK (O.), RIBOLZI (O.), PIERRET (A.), VALENTIN (C.), SENTAHEUANGHOUNG (O.), NOBLE (A.). — Utilisation de la végétation riparienne pour filtrer les polluants de l'eau : efficacité comparée du bambou, des herbes indigènes et du riz dans un bassin versant de la République lao. — *Unasylva*, vol. 58, n° 229, 2007-4, pp. 11-16.

EAU ET FORÊT. PREMIÈRE PARTIE : L'INFLUENCE DES ARBRES SUR LA QUANTITÉ DES EAUX (Résumé)

À l'interface entre l'air et le sol, l'arbre joue un rôle essentiel dans l'accomplissement du cycle de l'eau. Les arbres interviennent principalement sur le retour de l'eau à l'atmosphère via l'évapotranspiration, mais aussi sur l'interception des précipitations et sur le drainage de l'eau dans le sol.

Après les étendues d'eau et les zones humides, la forêt est le mode d'occupation du sol qui restitue le plus d'eau à l'atmosphère. C'est également un couvert qui à défaut de ne pas accentuer les précipitations ne les restreint pas et retient efficacement l'eau limitant par l'occasion le ruissellement et favorisant l'infiltration.

L'influence quantitative des milieux arborés et plus particulièrement des forêts — ici tempérées — est étudiée par des études qui soulignent l'importance des relations existantes même si celles-ci sont difficilement quantifiables avec précision et généralisables en raison de l'hétérogénéité des cas rencontrés.

En plus des conditions climatiques, la composition du couvert forestier fait significativement varier l'interception de l'eau. C'est pourquoi, le forestier par la sylviculture qu'il pratique a un rôle à jouer dans l'expression des caractéristiques des forêts.

WATER AND FORESTS. PART I - THE INFLUENCE OF TREES ON THE QUANTITY OF WATER (Abstract)

Located at the interface between the air and the ground, trees play an essential role in the accomplishment of the water cycle. The main influence of trees is on the return of water to the atmosphere via evapotranspiration as well as on the interception of rainfall and seepage of water into the soil.

Forests are the second most important land use mode in terms of returning water to the atmosphere, coming after bodies of water and humid zones. They also afford a cover which, while it does not accentuate rainfall, does not diminish it and efficiently retains water, thereby limiting the runoff and enhancing seepage.

The quantitative influence of wooded environments, in particular forests — in this case temperate — has been explored by studies which emphasise the importance of these relationships even though the latter are difficult to quantify with any degree of precision. It is equally difficult to draw general conclusions due to the great variety of environments involved.

In addition to climatic conditions, the composition of the forest cover causes significant variations in water interception. For this reason, foresters have a role to play in the expression of forest characteristics through their silvicultural practices.