



**MINISTÈRES
TRANSITION ÉCOLOGIQUE
COHÉSION DES TERRITOIRES
MER**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

CONCOURS INTERNE ET EXTERNE DE TECHNICIENS SUPÉRIEURS PRINCIPAUX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Session 2022

Épreuve n°2

SPÉCIALITÉ : Techniques générales

DOMAINE : Eau – Environnement – Risques naturels

Durée : 3 heures – coefficient : 3

Ce dossier comprend 15 pages y compris celle-ci

**CONCOURS INTERNE : 2022-TSPDD-19-INT-Q
CONCOURS EXTERNE : 2022-TSPDD-29-EXT-Q**

Instructions à lire attentivement avant de commencer l'épreuve :

- Vous devez remplir en totalité le bandeau situé en haut de chacune de vos feuilles de composition, y compris le numéro d'inscription communiqué dans votre convocation ; à défaut, votre composition ne sera pas corrigée.
- En dehors des bandeaux, aucun signe distinctif ni signature ne doit apparaître sur vos copies, sous peine d'exclusion du concours.
- Vous devez utiliser exclusivement des stylos-bille de couleur foncée noire ou bleue (les stylos à plume et crayons à papier sont proscrits).
- Aucun liquide blanc ni ruban correcteur ne doit être employé, cela peut empêcher la numérisation et par conséquent la correction de votre copie. Les ratures propres à la règle sont préférables.
- Aucun document n'est autorisé.
- Les réponses au cas pratique et aux questions à réponse courte (QRC) doivent être reportées exclusivement sur les feuilles de composition.
- Les feuilles de composition doivent toutes être numérotées, sous la forme : Numéro de la page/Nombre total de pages.
- Le document contenant les sujets ne doit pas être rendu.

Les calculatrices ne sont pas autorisées.

L'épreuve comprend deux parties :

1. **Cas pratique** : mise en situation professionnelle à partir d'un dossier présentant des documents à caractère scientifique faisant appel, éventuellement, à des calculs et raisonnements scientifiques.
2. **QRC** : Questions à réponse courte. Le numéro de chaque QRC à laquelle vous répondez doit être indiqué au début de votre réponse, sous la forme « QRC n° X ». La réponse à la question doit être rédigée à la suite, dans la même feuille de composition.

Une attention particulière sera portée à la qualité de la rédaction.

Cas pratique

(Durée indicative : 2 heures 15 minutes, sur 28 points)

- Ce dossier comprend 7 documents :

N° document	Description	Nb pages
1	Extraits du SDAGE Loire-Bretagne et du SAGE Sarthe Aval	1
2	Référentiel des besoins en eau d'irrigation des cultures	1
3	Données techniques du site	1
4	Schémas de l'état initial et de localisation des variantes du projet	1
5	Schémas de principe d'implantation des différentes variantes et perspectives	1
6	Plaquette sécurité des petits barrages – DREAL Pays de la Loire – 2018 (extraits)	2
7	Article IRSTEA – Conséquences du changement climatique sur le niveau des ressources en eau – 2017	1

(Extraits)

- Sujet :

Pour faire face au déficit de plus en plus chronique d'eau sur son exploitation, un agriculteur de la commune d'Etriché (Maine-et-Loire) souhaite créer une retenue d'eau d'irrigation. Cette retenue a pour vocation de stocker les eaux de ruissellement l'hiver en vue de permettre de les utiliser l'été pour irriguer les plantations. Le projet est situé sur le bassin versant de la Sarthe et est soumis aux règles du SDAGE Loire-Bretagne et du SAGE Sarthe aval.

L'assolement des parcelles qui bénéficieront de l'irrigation est constitué de 7 hectares de maïs grain, de 20 hectares de céréales à paille et de 30 hectares de semences maïs.

Le bassin versant qui alimente le plan d'eau envisagé a été tracé à l'aide des données locales de l'IGN. Ce bassin versant représente une surface de 100 hectares et est compris entre les altitudes 71,5 et 99,2 m NGF pour une pente moyenne de 2,4 %.

Les données pluviométriques utilisées pour le projet sont les données de la station Météo France de référence située à 2 km du site du projet, qui figurent dans le document 3.2.

L'exploitant agricole estime son besoin de stockage à 160 000 m³ pour garantir l'irrigation estivale de ses cultures.

Pour cela, il projette de créer un plan d'eau artificiel par la création d'un barrage en travers de la vallée.

► **QUESTION 1 :**

A partir des surfaces des cultures à irriguer et du référentiel des besoins en eau d'irrigation présenté dans le document 2 :

- a) calculez le besoin en eau maximal des cultures pour la période estivale.
- b) Que pensez-vous de l'estimation de l'agriculteur ?

► **QUESTION 2 :**

Quelle est la période de remplissage autorisée ? Expliquez pourquoi.

► **QUESTION 3 :**

En faisant l'hypothèse d'un coefficient de ruissellement moyen de 33,3 % du bassin versant alimentant le plan d'eau :

- a) calculez le volume d'eau pouvant être stocké à partir des données de pluviométrie figurant dans le document 3.
- b) Quelle est la signification physique du coefficient de ruissellement de 33,3 % ?
- c) Quelles actions sur le bassin versant peuvent avoir une influence à la hausse ou à la baisse sur ce coefficient de ruissellement ?

► **QUESTION 4 :**

Des modélisations ont été effectuées pour établir le volume stockable sur ce site pour la pluviométrie réelle des années 1992 à 2020. Elles sont présentées dans le document 3.3. Pour les calculs des questions suivantes, vous pourrez donner un ordre de grandeur.

- a) Sur la base de ce graphique, quelle sera la fréquence d'échec d'un remplissage intégral pour le volume d'eau calculé à la question 1a ?
- b) Pour le volume estimé par l'agriculteur ?
- c) Que pensez-vous de ces résultats ?
- d) Quel est le volume à viser pour garantir un remplissage annuel sans risque d'échec ? Commentez.

► **QUESTION 5 :**

Pour estimer l'emprise du plan d'eau, l'exploitant envisage en première approche une profondeur moyenne de son plan d'eau de 4 m.

- a) Quelle serait la surface minimale de plan d'eau à créer pour un plan d'eau de 160 000 m³ ?
- b) Pour un plan d'eau d'un volume tel que calculé à la question 1a ?

Vous donnerez les réponses en m² et en ha.

► **QUESTION 6 :**

Pour l'aider à définir son projet, l'agriculteur s'est adjoint les services d'un bureau d'étude. Sur les conseils de ce dernier, l'exploitant décide de revoir à la baisse le volume de sa retenue pour un volume de 65 000 m³. Le bureau d'étude propose 3 variantes présentées dans le document 4.

- a) Que pensez-vous de la faisabilité de la variante A ? Pour quelles raisons fonctionnelles et réglementaires ?
- b) Exposez les incidences environnementales de cette variante, notamment sur la ressource en eau et la biodiversité.

► **QUESTION 7 :**

Que pensez-vous de la faisabilité de la variante B ? Exposez les incidences environnementales de cette variante, notamment sur la ressource en eau et la biodiversité.

► **QUESTION 8 :**

Le bureau d'études propose au final la réalisation de la variante C avec une hauteur d'eau de 3,5 m.

- a) Après avoir donné la définition d'un risque, expliquez en quoi le plan d'eau ainsi créé constitue un risque.

b) Comment ce risque doit-il être traité ? Vous proposerez les mesures réglementaires et techniques ainsi que les recommandations à prévoir dans le cadre de ce projet.

c) Quel est l'élément majeur de sécurité qui n'a pas été représenté dans le schéma en perspective du document 5 ?

► **QUESTION 9 :**

Que pensez-vous du projet dans la perspective du changement climatique ? Vous étaierez votre réponse en vous appuyant sur votre connaissance du phénomène et en émettant des hypothèses qui vous semblent plausibles sur l'évolution locale du climat à échéance 2050, et ses conséquences sur la ressource en eau. Quel autre type de projet pourrait avoir l'exploitant pour faire face au changement climatique ?

Extrait du Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Loire-Bretagne

La mise en place de nouveaux plans d'eau ou la régularisation de plans d'eau ni déclarés ni autorisés sera possible sous réserve du cumul des critères suivants :

- que la période de remplissage, autorisée entre le 1^{er} novembre et le 31 mars, de prélèvement éventuel dans le plan d'eau et de vidange soient bien définies au regard du débit du milieu, sans pénaliser celui-ci notamment en période d'étiage;
- que les plans d'eau soient isolés du réseau hydrographique, y compris des eaux de ruissellement, par un dispositif de contournement garantissant le prélèvement du strict volume nécessaire à leur usage, et qu'en dehors du volume et de la période autorisés pour le prélèvement, toutes les eaux arrivant en amont de l'ouvrage ou à la prise d'eau, soient transmises à l'aval, sans retard et sans altération ;
- que les plans d'eau soient équipés de systèmes de vidange pour limiter les impacts thermiques et équipés également d'un dispositif permettant d'évacuer la crue centennale, de préférence à ciel ouvert ;
- que la gestion de l'alimentation et de la vidange des plans d'eau en dérivation du cours d'eau soit optimisée au regard du transit sédimentaire de sorte de ne pas compromettre l'atteinte des objectifs environnementaux des masses d'eau influencée. En particulier un dispositif de décantation (ou tout autre dispositif évitant les transferts de matières en suspension vers l'aval) est prévu pour réduire l'impact des vidanges ;
- que l'alimentation des plans d'eau en dérivation du cours d'eau laisse en permanence transiter dans le cours d'eau un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces ;

Extrait du règlement du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Sarthe aval**ARTICLE N°2 : INTERDIRE LA DESTRUCTION DE ZONES HUMIDES**

Les installations, ouvrages, travaux et activités emportant assèchement, mise en eau, imperméabilisation, destruction de zones humides ou de marais, soumis à déclaration ou à autorisation en application des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement (rubrique n°3.3.1.0), sont interdits, sauf s'il est démontré :

- l'existence d'enjeux liés à la sécurité des personnes, des habitations, des bâtiments d'activités et des infrastructures de transports existants, incluant les opérations d'entretien lié à la conservation de ces bâtiments et infrastructures de transport ;
- l'impossibilité technico-économique d'implanter, en dehors de ces zones, les infrastructures publiques de captage pour la production d'eau potable et de traitement des eaux usées ainsi que les réseaux qui les accompagnent ;
- l'impossibilité technico-économique d'implanter, en dehors de ces zones, des extensions de bâtiments d'activité économique existant ;
- l'existence d'un projet autorisé par déclaration d'utilité publique ;
- la nécessité d'autoriser la réalisation d'accès pour gérer et mettre en valeur les zones humides, dans le respect de leurs fonctionnalités, ou pour permettre le désenclavement de parcelles agricoles ;

REFERENTIEL DES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION DES CULTURES

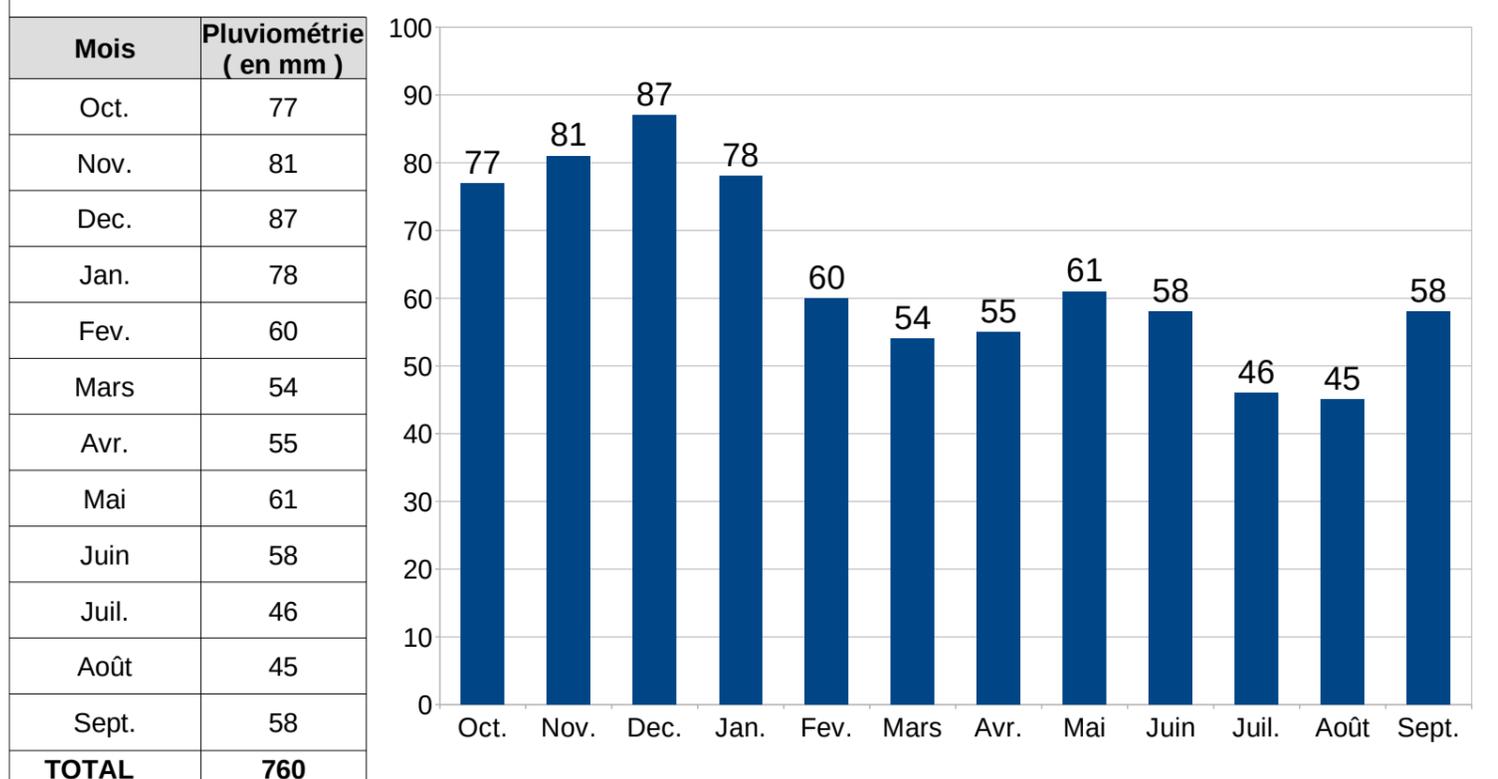
Ce référentiel a pour vocation d'établir une référence sur les besoins en eau moyens et maximum des cultures en vue de l'instruction des demandes de volume des irrigants. Il a été établi sur la base des dires d'experts techniques des différentes filières.

		Besoin en eau Moyen annuel		Besoin en eau maximal en période estivale	Besoin en eau maximal en période hivernale
		en m ³ / ha	en mm	en m ³ / ha	en m ³ / ha
GRANDES CULTURES	CEREALES A PAILLE	300	30	600	300
	MAÏS GRAIN	1500	150	2000	0
	SORGHO	1000	100	1500	0
	MILLET	1500	150	2500	0
	TABAC	1500	150	2000	0
	OLEAGINEUX	300	30	600	0
	PROTEAGINEUX	500	50	750	600
	PLANTES MEDICINALES	1000	100	1500	500
SEMENCES	SEMENCES CEREALES	300	30	600	300
	SEMENCES MAÏS	1800	180	2500	0
	SEMENCES FOURAGERES	500	50	500	300
	SEMENCES POTAGERES PLEIN CHAMP	2000	200	2500	1000
	SEMENCES POTAGERES SOUS ABRI	3000	300	4000	1500
	SEMENCES FLORALES PLEIN CHAMP	1000	100	1500	600
	SEMENCES FLORALES SOUS ABRI	2000	200	3000	1500
	SEMENCES CHANVRE	500	50	1000	0
LEGUMES ET MARAICHAGE	LEGUMES PLEIN CHAMP	1500	150	3000	1000
	MARAICHAGE PLEIN CHAMP	2500	250	4000	1500
	MARAICHAGE SOUS ABRI	3000	300	4000	2000
	FRAISIERS SOUS ABRI	1700	170	2500	1000
	FRAMBOISIERS SOUS ABRI	1000	100	2500	500
HORTICULTURE ET PEPINIERES	FLEURS PLEIN AIR	2500	250	2500	500
	FLEURS SOUS ABRI	3500	350	4000	1500
	BULBES	3000	300	4000	1000
	PEPINIERES PLEIN CHAMP	1500	150	3000	1000
	PEPINIERES HORS SOL	6500	650	12000	3000
ARBORICULTURE	POMMIERS	3000	300	5000	1000
	POIRIERS	3000	300	5000	1000
	CASSIS	700	70	1000	300
	FRAMBOISIERS DE PLEIN CHAMP	700	70	1000	300
	CERISIERS	2000	200	3500	0
	KIWI	2000	200	2400	500
	MYRTILLES	2500	250	3600	500
CULTURES FOURRAGERES	PRAIRIES PERMANENTES	250	25	600	0
	PRAIRIES TEMPORAIRES	250	25	1000	0
	MAÏS FOURRAGE	1250	125	2000	0
	AUTRES CEREALES A ENSILER	400	40	1500	0
	BETTRAVES/ CHOU FOURRAGER	500	50	1000	0
AUTRES	COUVERTS VEGETAUX	0	0	300	300

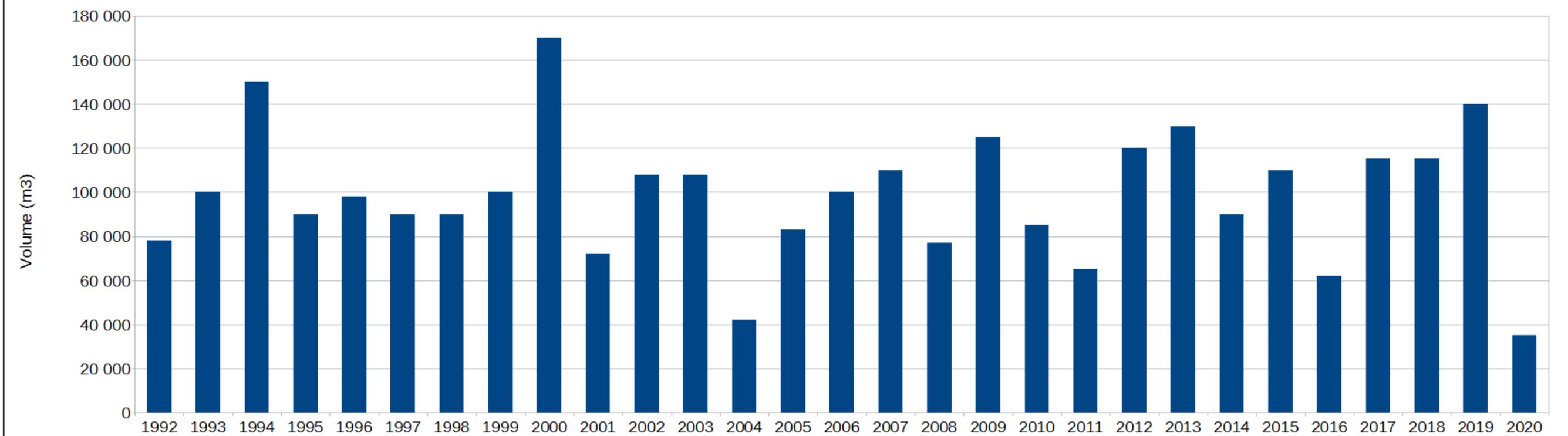
**Document 3.1 – Extrait du registre parcellaire géographique
Cultures des parcelles concernées par le projet d'irrigation**

Référence de la parcelle	Surface en hectare (ha)	Culture
1	7	Maïs grain
2	20	Céréales à paille
3	30	Semences maïs
TOTAL	57	

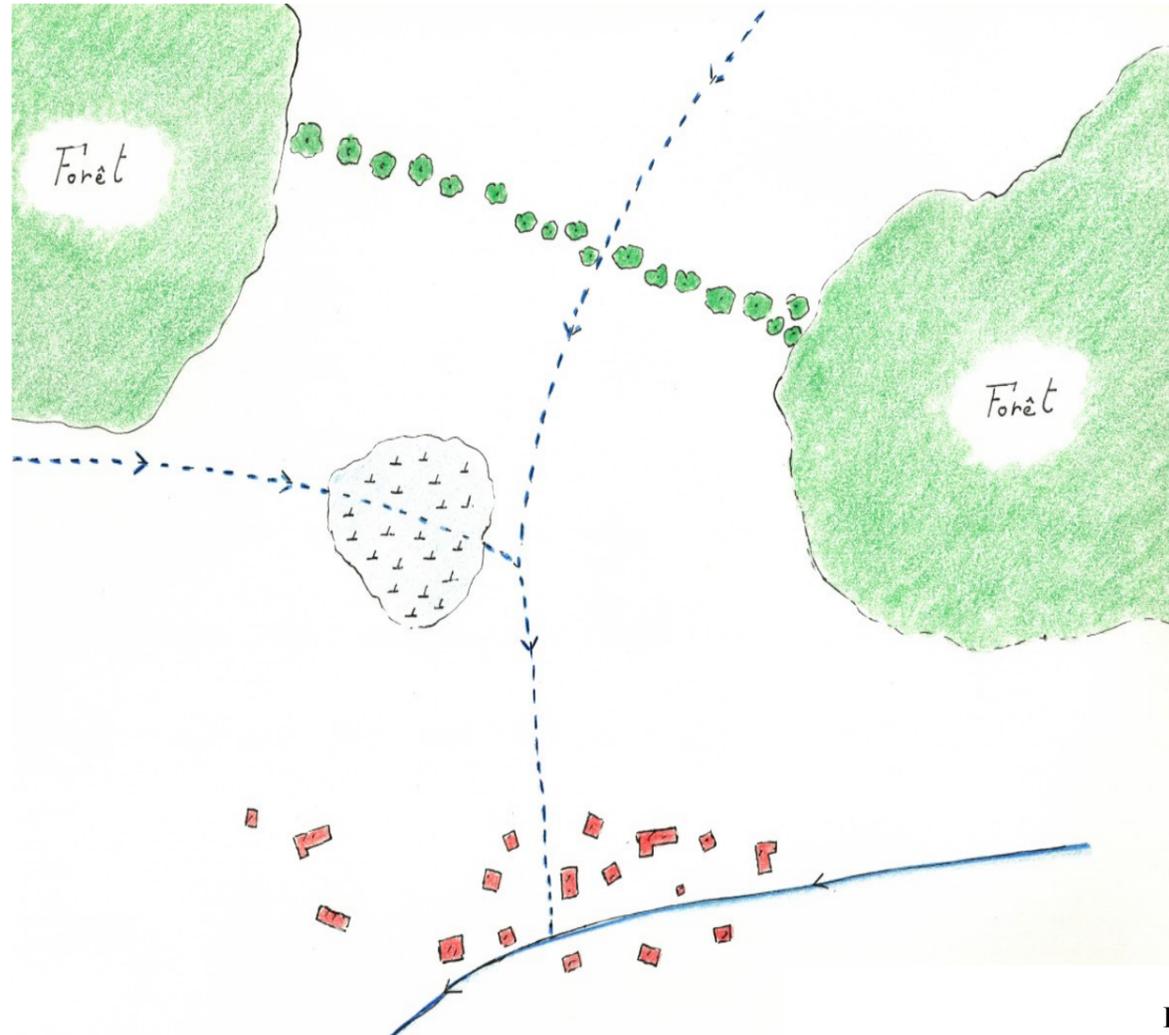
**Document 3.2 : Pluviométrie moyenne (en mm) à la station Météo France de référence
pour le bassin versant du projet d'irrigation (moyenne pour la période 1992 à 2020)**



Document 3.3 : Simulations de remplissage de la retenue 1992-2020



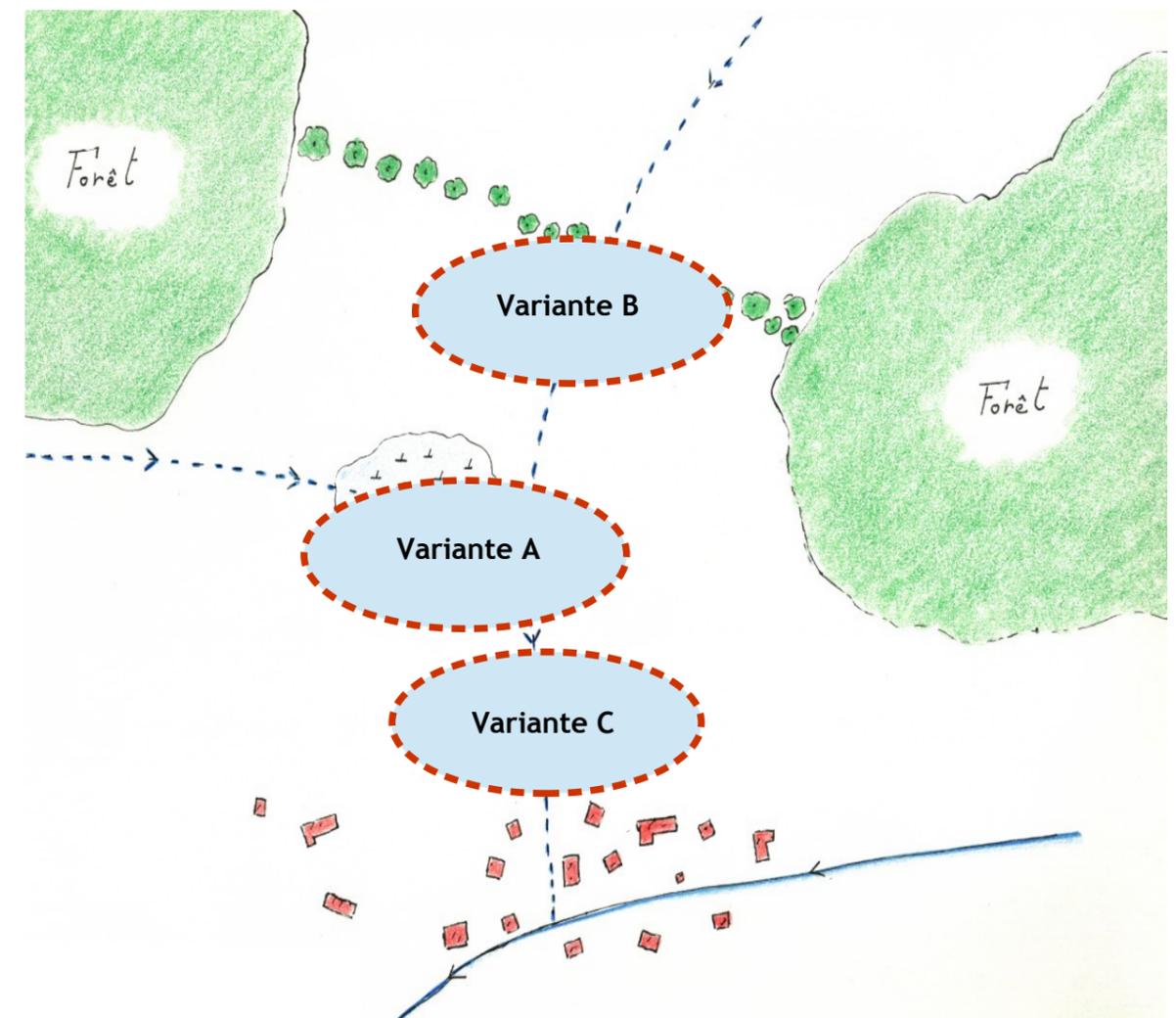
ETAT INITIAL



LEGENDE

	Forêt
	Alignement d'arbres
	Zone humide
	Habitation
	Fossé
	Cours d'eau
	Sens d'écoulement

LOCALISATION DES VARIANTES DU PROJET



IMPLANTATION DES DIFFERENTES VARIANTES ET PERSPECTIVES (schémas de principes)

Schéma de principe variante A

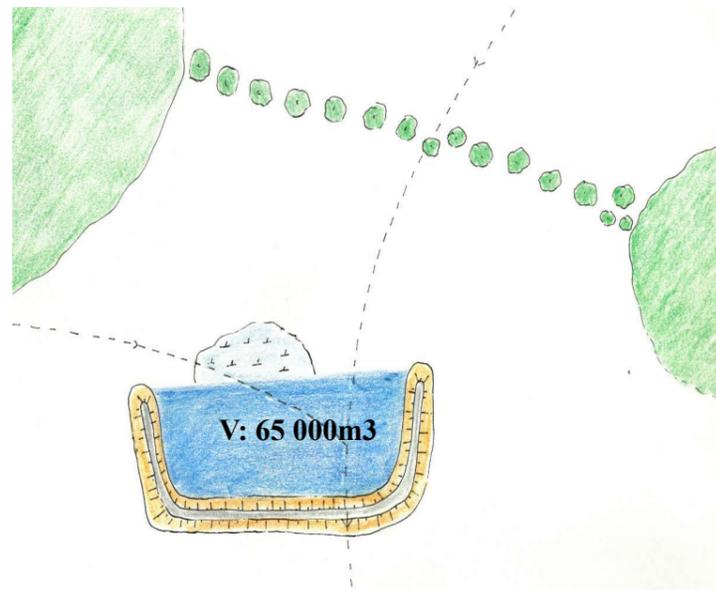


Schéma de principe variante B

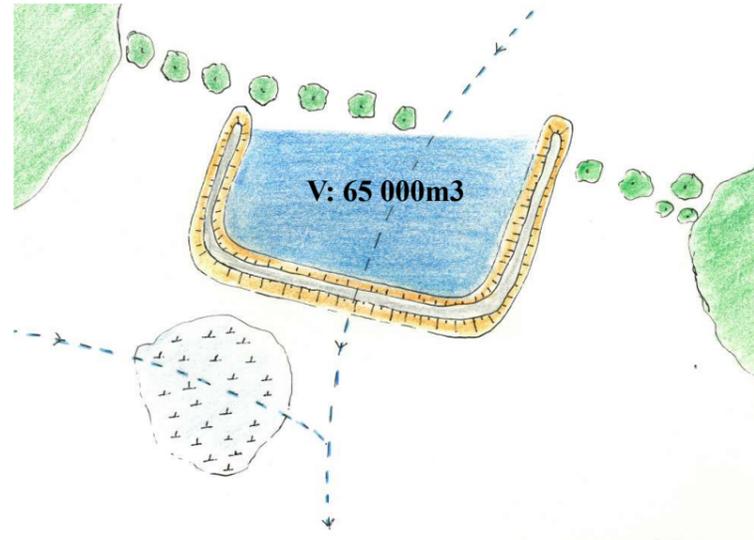
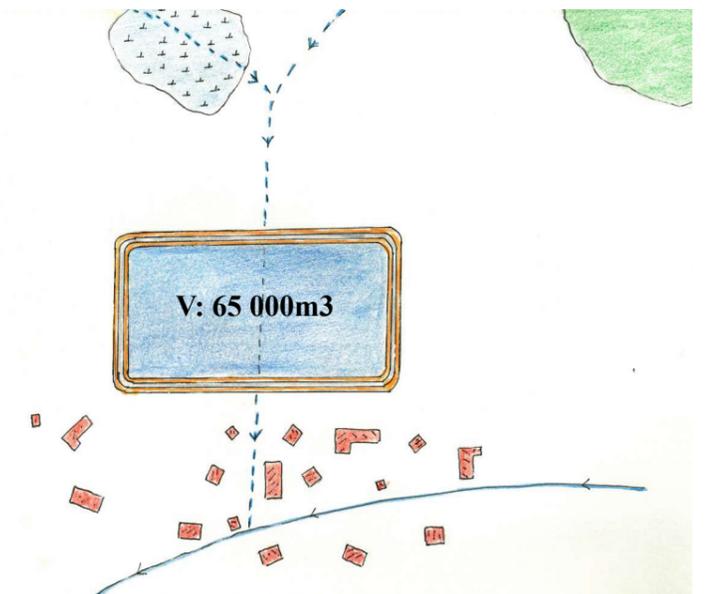
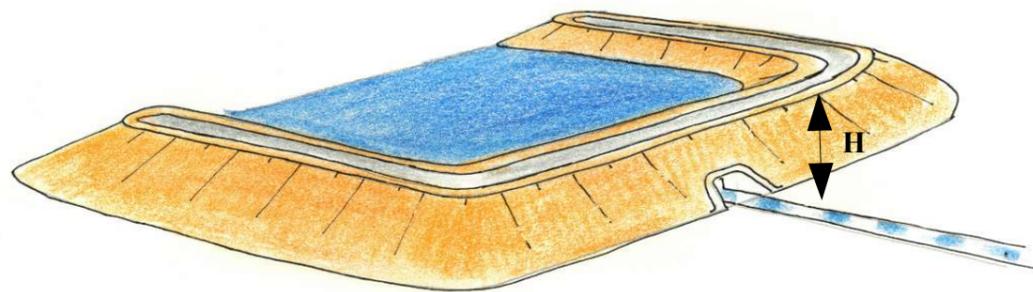


Schéma de principe variante C

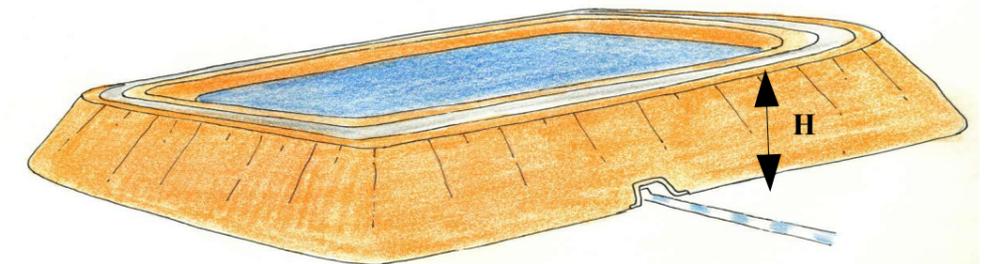


Perspective variante A et B




H : Hauteur maximale du merlon par rapport au terrain naturel : 1,85 m

Perspective variante C




H : Hauteur maximale du merlon par rapport au terrain naturel : 4 m

Définitions

Un barrage est un ouvrage en travers d'une vallée, qui barre le lit mineur et tout ou partie du lit majeur. Sa fonction est de retenir l'eau de façon permanente ou temporaire (cas notamment des ouvrages écrêteurs de crue).

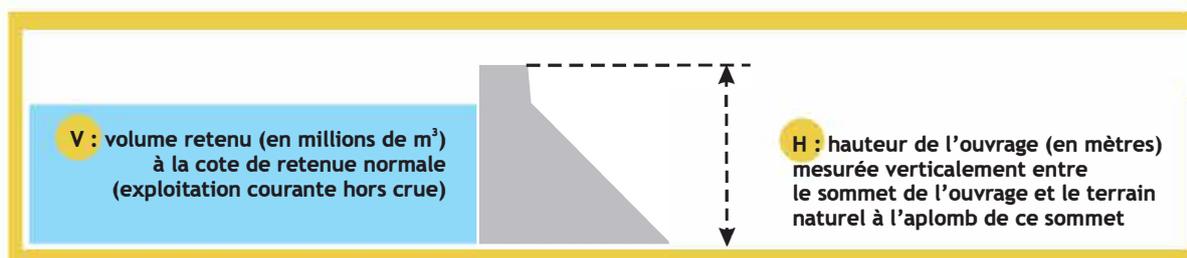
Zoom sur les organismes agréés

La création d'un barrage est une opération soumise à autorisation environnementale unique au titre de la loi sur l'eau (rubrique 3.2.5.0 de la nomenclature de l'article R.214-1 du code de l'environnement). Depuis le 1er janvier 2008, toute construction ou modification importante d'un barrage doit être réalisée par un maître d'œuvre agréé par le ministère chargé de l'environnement.

La liste des organismes agréés est publiée par arrêté ministériel deux fois par an environ et mise en ligne sur le site internet du ministère chargé de l'environnement.

<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/ouvrages-hydrauliques-barrages-et-digues>

Selon leurs caractéristiques (hauteur, volume de la retenue et présence d'habitations en aval), les barrages sont classés en différentes classes, auxquelles sont associées des obligations particulières de surveillance.



Classe	Caractéristiques géométriques
A	$H \geq 20$ m et $H^2 \times V^{0,5} \geq 1\,500$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ m et $H^2 \times V^{0,5} \geq 200$
C	a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel $H \geq 5$ m et $H^2 \times V^{0,5} \geq 20$ ou b) Ouvrage pour lequel les conditions du a) ne sont pas satisfaites mais qui répond aux 3 conditions cumulatives ci-après : $H > 2$ m et $V > 50\,000$ m ³ et il existe une ou plusieurs habitations à moins de 400 m en aval du barrage

Attention : cela ne veut pas dire que les barrages de moins de 2 mètres sont dans tous les cas exemptés d'autorisation, car d'autres rubriques loi sur l'eau peuvent être visées : ouvrage dans le lit mineur d'un cours d'eau (3.1.1.0), plans d'eau (3.2.3.0)...

Ce document concerne particulièrement les « petits barrages » soit ceux de la classe C a et C b

Cas de rupture de petits barrages



Des ruptures partielles ou totales de petits barrages se produisent régulièrement. Outre le risque pour les populations situées à l'aval, elles peuvent provoquer d'importants dégâts matériels :



illustration : Conseil départemental du Territoire de Belfort

Barrages écrêteurs de crue de la Rosemontoise (90)

2001 : Rupture en série de trois barrages lors d'une crue cinquantennale

- ▶ 500 maisons inondées, et des centaines de véhicules endommagés



illustration : DREAL Limousin

Barrage de l'étang de Feneyrou (23)

2014 : Rupture du barrage par érosion interne

- ▶ une habitation en aval inondée par les 180 000 m³ de la retenue, transport de 3000 m³ de gravats sur plus de 2 km

Obligations du propriétaire



Le propriétaire d'un barrage est responsable de son ouvrage et des dégâts causés par une défaillance de ce dernier.

Il doit assurer :

- la surveillance et le bon entretien de son ouvrage (en lien éventuellement avec son exploitant) ;
- le contrôle de la végétation (arbres et arbustes sont à proscrire sur les barrages et sur une bande d'accès en pied en raison des dégradations causées par leurs racines) ;
- que son barrage évacue suffisamment les crues en fonction de la réglementation en vigueur, via ses organes d'évacuation (vanne, clapet, seuil).



Barrage de la Morinière (53) DREAL Pays de la Loire

Une surveillance et un entretien réguliers permettent d'éviter des dégradations majeures du barrage et d'anticiper au besoin des travaux de confortement. En cas de ruine totale ou partielle d'un barrage, les frais de reconstruction à la charge du propriétaire (études techniques préalables, procédures réglementaires et travaux) sont conséquents. A cela, peut s'ajouter une indemnisation des éventuels dégâts causés aux riverains. Ainsi le coût global d'une reconstruction d'un barrage post-rupture est nettement supérieur à celui d'un entretien régulier réalisé conformément à la réglementation.

Le **décret n° 2015-526 du 12 mai 2015** fixe les prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques. Celles spécifiques aux petits barrages sont détaillées ci-après.

Septembre 2017

Conséquences du changement climatique sur le niveau des ressources en eau

Eric Sauquet - Olivier Barreateau
UR HHLY (centre de Lyon) - UMR G-EAU (centre de Montpellier)

Les événements hydro-climatiques observés récemment en France interrogent, dans le contexte du changement climatique, quant à une recrudescence d'épisodes extrêmes. Ils pourraient remettre en cause les modes de gestion actuels des cours d'eau et plus largement des ressources en eau. Les derniers travaux de recherche menés en France s'accordent sur : une intensification des contrastes saisonniers avec des étiages estivaux plus sévères, affirmée par quasiment tous les modèles sur une majeure partie du territoire national ; une diminution significative quasi-généralisée de la ressource en eau ; une modification des régimes des rivières de montagne avec une réduction de l'épaisseur du manteau neigeux, une fonte plus précoce et une baisse de l'enneigement. Les scénarios du GIEC envisagent également une possible augmentation des besoins en eau des plantes, alors que l'agriculture représente 70% de la consommation. Cumulées aux autres changements globaux (évolution de la demande alimentaire et énergétique, urbanisation, innovations technologiques notamment) qui accroissent la demande en quantité et en fiabilité, les conséquences du changement climatique induisent des changements en profondeur des usages et des possibilités d'évolution de ceux-ci. La répétition récente d'épisodes de sécheresse en France et l'évolution des dates de récolte rendent ces changements perceptibles et posent la double question des capacités d'adaptation des usagers et d'une reprise du développement de retenues de stockage des écoulements hivernaux. Par ailleurs, même s'il est difficile d'établir des conclusions solides concernant l'évolution des crues, l'adaptation au changement climatique inclut cette dimension et vient contraindre la gestion d'ouvrages hydrauliques pouvant diminuer leur fonction de soutien d'étiage.

Les équipes d'hydrologues d'Irstea (centres d'Aix-en-Provence, Antony, Lyon-Villeurbanne) ont développé des compétences scientifiques sur l'impact du changement climatique sur les ressources en eau et les modes de gestion depuis les années 2000 (projet GICC-Rhône, soutenu par le Ministère en charge de l'écologie).

Irstea a notamment participé au projet Explore 2070, projet initié par le ministère chargé de l'écologie en 2010 pour évaluer les impacts possibles à l'échelle du territoire. A titre d'exemple, les débits annuels moyens en France risquent de connaître des baisses marquées d'ici le milieu de siècle, pouvant aller de 10 à 40 % sur les différents cours d'eau. Malgré leurs incertitudes, ces chiffres sont extrêmement préoccupants, notamment dans les secteurs où des tensions sur le partage de la ressource existent.

QRC

(Durée indicative : 45 minutes, sur 12 points)

Copier le numéro et l'intitulé de la question sur votre copie.

► **QRC 1**

Au plan géologique, quelles sont les 3 grandes familles de roches ? Pour chacune d'elle, expliquez le mécanisme de sa formation et donnez un exemple de roche.

► **QRC 2**

Dans sa programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, l'État a identifié l'énergie éolienne comme un levier important pour atteindre l'objectif de 40 % d'énergies renouvelables en 2030. Indiquez quels sont les limites et inconvénients de l'énergie éolienne, et quels sont les impacts négatifs des éoliennes sur l'environnement et les ressources naturelles.

► **QRC 3**

En octobre 2021 avait lieu la COP 26 à Glasgow, réunion des chefs d'État chargés de prendre des dispositions pour lutter contre le réchauffement climatique. Nommez et expliquez précisément le mécanisme physique responsable du réchauffement climatique. Nommez 3 principaux gaz concernés émis par les activités humaines, et expliquez succinctement d'où ils proviennent principalement.

► **QRC 4**

Présentez de manière synthétique l'enjeu majeur que représente la qualité de l'air et citez 3 mesures qui ont été prises en France pour améliorer la qualité de l'air extérieur.