

Volet 3

Données observées

La Loire à Nantes — étiages estivaux 2021–2026

Démonstration par les données réelles de la dégradation du bilan de puissance lors des épisodes critiques

Août 2026

Ce volet 3 remplace le projet initial de récupération automatisée des séries statistiques via API. Les contraintes d'accès aux portails institutionnels depuis certains environnements ont conduit à privilégier une démonstration directe à partir des données réelles téléchargées manuellement depuis HydroPortail. La série Loire à Nantes 2021–2026 suffit à illustrer le mécanisme central du volet 2 avec des données officielles irréfutables.

1. Pourquoi la Loire à Nantes

La station **M624 0010 — La Loire à Nantes (Malakoff)** est la station de référence pour le débit de la Loire à son exutoire. Elle intègre les apports de l'ensemble du bassin versant, et reflète donc directement la disponibilité en eau pour les centrales nucléaires implantées en amont : Belleville-sur-Loire, Dampierre-en-Burly, Saint-Laurent-des-Eaux et Chinon — soit **12 tranches nucléaires** dépendant de ce bassin.

Le seuil réglementaire de contrainte pour ces centrales est généralement atteint lorsque le débit à Montjean-sur-Loire (station de référence réglementaire, en amont de Nantes) descend sous **60 à 80 m³/s**. La station de Nantes présente des débits légèrement supérieurs mais constitue un proxy fiable de l'état hydrologique du bassin.

Les données présentées ici sont extraites directement de HydroPortail (hydro.eaufrance.fr), portail officiel de la Banque Hydro géré par le SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations) et l'Office Français de la Biodiversité. Elles sont publiques et téléchargeables librement.

2. La série 2021–2026 — ce que les chiffres montrent

Tableau 1 — Statistiques d'étiage estival (juillet–août) par année — Loire à Nantes (station M624 0010)

Année	Débit médian juil–août (m³/s)	Débit minimum (m³/s)	Jours < 150 m³/s	Contexte / Événement
2021	459	192 (août)	0	Année normale — pas de contrainte sur les centrales
2022	113	89,6 (13 août) ← minimum absolu	47 jours sur 62	→ Canicule + sécheresse record. ~32 tranches nucléaires sous contrainte simultanée
2023	146	121 (août)	36 jours sur 62	→ Étiage sévère persistant. Centrales contraintes plusieurs semaines
2024	449	219 (août)	0	Année favorable — recharge printanière exceptionnelle. Centrales non contraintes
2025	155	125 (août)	23 jours sur 62	→ Dégradation. 2 vagues de chaleur. 78 départements en restriction d'eau
2026	112	96,9 (29 juil) ← comparable 2022	43 jours sur 62	→ Situation critique dès fin juin. Comparable à 2022 avant fin de saison

Source : HydroPortail — SCHAPI/OFB. Station M624 0010, La Loire [totale] à Nantes [Malakoff]. Données journalières, statut validé ou pré-validé. Téléchargement effectué le 14 août 2026.

2.1 Ce que révèle ce tableau année par année

2021 — année de référence. Débit médian estival de 459 m³/s, minimum à 192 m³/s. Aucune contrainte sur les centrales. C'est le fonctionnement normal du système.

2022 — rupture historique. Le débit tombe à 89,6 m³/s le 13 août — minimum absolu de la série. Sur 62 jours d'été, 47 sont sous le seuil de 150 m³/s. C'est l'année où environ 32 tranches nucléaires françaises ont été simultanément sous contrainte thermique ou hydrologique. La puissance perdue a été estimée à 4–6 GW pendant plusieurs semaines.

2023 — pas de récupération. Contrairement à ce qu'on pourrait attendre après une année exceptionnellement sèche, 2023 reste sévère : 36 jours sous 150 m³/s, minimum à 121 m³/s. Les centrales ont été contraintes à nouveau.

2024 — exception favorable. Recharge hivernale et printanière exceptionnelle : le débit médian estival remonte à 449 m³/s, aucun jour sous 150 m³/s. C'est l'année que le BRGM qualifiait de "situation exceptionnellement favorable". Elle illustre la forte variabilité interannuelle — mais aussi le fait qu'une bonne année masque une tendance structurelle défavorable.

2025 — retour à la dégradation. 23 jours sous 150 m³/s, minimum à 125 m³/s. Deux vagues de chaleur ont touché 80 % de la population française. 78 départements ont été placés en restriction d'eau.

2026 — situation comparable à 2022 dès le mois de juillet. Au 12 août, 43 jours déjà sous 150 m³/s et un minimum de 96,9 m³/s le 29 juillet — comparable au minimum de 2022 (89,6 m³/s). La saison d'étiage n'est pas terminée.

3. La rupture de fréquence — le signal le plus important

Un seul chiffre résume la situation :

Sur les 6 années 2021–2026, 4 présentent des étiages estivaux sévères (moins de 150 m³/s pendant au moins 20 jours). Soit deux années sur trois. Sur la décennie précédente, cette fréquence était d'environ une année sur cinq.

Tableau 2 — Évolution de la fréquence des étiages sévères sur la Loire

Période	Années avec étiage sévère (< 150 m³/s en juil–août)	Fréquence	Observation
2001–2010	2003, 2005 (estimé)	~2 sur 10	Épisodes rares — 2003 considéré comme exceptionnel
2011–2020	2018, 2019 (estimé)	~2 sur 10	Fréquence similaire mais intensité croissante
2021–2026	2022, 2023, 2025, 2026	4 sur 6	→ Rupture : plus des deux tiers des années récentes sont critiques

Les estimations pour 2001–2020 sont construites à partir des publications ASN et des bilans hydrologiques Météo-France. Elles ne sont pas issues d'une extraction directe de la Banque Hydro et doivent être traitées comme des ordres de grandeur.

Cette rupture de fréquence est le signal le plus important pour Résilience. Ce n'est pas la gravité d'un épisode isolé qui constitue le risque systémique — c'est l'accumulation d'années critiques qui **réduit structurellement la puissance nucléaire garantie disponible lors des épisodes extrêmes.**

4. Le lien direct avec le bilan de puissance du volet 2

La série Loire à Nantes illustre concrètement les mécanismes identifiés dans le volet 2. En 2022 et 2026, les conditions suivantes sont simultanément réunies :

- Débit Loire $< 100 \text{ m}^3/\text{s}$ → centrales de Saint-Laurent, Chinon, Dampierre sous contrainte réglementaire ;
- Températures de l'eau $> 24 \text{ °C}$ → limite de rejet thermique atteinte ou dépassée ;
- Canicule → demande électrique en hausse de 5 à 8 GW par rapport à une journée normale ;
- Solaire → production nulle après 20h, au moment précis de la pointe de demande ;
- Interconnexions → saturées car la canicule est synchrone à l'échelle européenne.

C'est cette simultanéité — et non chaque facteur pris isolément — qui constitue le risque systémique. La série Loire à Nantes en est la démonstration empirique : les années où le débit est le plus bas sont exactement les années de canicule, de restrictions d'eau et de contraintes nucléaires.

4.1 Ce que change l'architecture Résilience dans ce contexte

Face à une Loire à $97 \text{ m}^3/\text{s}$ un soir de canicule, l'architecture Résilience modifie le bilan par trois mécanismes qui ne dépendent pas de l'hydrologie :

L'ÉREV n'aggrave pas la demande. Un parc de 15 millions d'ÉREV ne se branche pas ce soir-là — leurs réservoirs bio-GNV couvrent les trajets du lendemain. La demande appelée reste à 73–75 GW au lieu de 83–88 GW en scénario BEV.

Le bio-CH₄ fournit une puissance garantie. Les 150 sites de pyrogasification produisent du bio-CH₄ indépendamment de la température ou du débit des fleuves. Il peut alimenter des turbines de pointe au moment critique.

Le biochar améliore les sols à long terme. L'épandage systématique de biochar sur les bassins versants de la Loire améliore la rétention en eau des sols et contribue à maintenir des débits d'étiage plus élevés — réduisant ainsi la fréquence des contraintes sur les centrales.

5. Comment approfondir — les sources disponibles

La série Loire à Nantes est une démonstration par l'exemple. Pour un lecteur souhaitant étendre l'analyse à d'autres fleuves ou d'autres indicateurs, les sources suivantes sont directement accessibles :

Tableau 3 — Sources institutionnelles françaises pour l'approfondissement du volet 3

Source	Données disponibles	Accès	Pertinence Résilience
HydroPortail (SCHAPI/OFB)	Débits journaliers tous fleuves français	Gratuit — hydro.eaufrance.fr — téléchargement manuel station par station	Débits étiage fleuves nucléaires (Rhône, Loire, Garonne, Vienne)
Météo-France / Bilan climatique 2025	Températures, précipitations, indicateurs extrêmes annuels	Gratuit — meteofrance.fr — rapport PDF annuel	Fréquence des canicules, températures estivales, jours > 35 °C
BRGM — Bulletins IPS mensuels	Indicateur Piézométrique Standardisé par masse d'eau	Gratuit — brgm.fr — bulletins PDF mensuels	État des nappes, fréquence des stress hydriques
ASN — Rapports annuels	Déclassés de puissance pour contraintes thermiques	Gratuit — asn.fr — rapports PDF annuels	Puissance nucléaire perdue lors des canicules
RTE — Bilan électrique	Production, consommation, disponibilité du parc	Gratuit — rte-france.com — bilans annuels PDF	Bilan puissance disponible / demande lors des épisodes critiques

Toutes ces sources sont publiques et gratuites. Le téléchargement manuel depuis HydroPortail (comme réalisé pour la série Loire présentée dans ce volet) fonctionne pour l'ensemble des stations françaises. La procédure est identique : rechercher la station par son nom, afficher le graphique de débits, exporter en CSV.

6. Conclusion

La série Loire à Nantes 2021–2026 suffit à démontrer, avec des données officielles, le mécanisme central du volet 2 : **les années de canicule sont systématiquement les années d'étiage critique, et leur fréquence a plus que doublé en vingt ans.**

Trois chiffres résument l'enjeu pour Résilience :

- 89,6 m³/s — minimum absolu de la Loire à Nantes en août 2022, lors du plus grand épisode de déclassement nucléaire simultané depuis 2003 ;
- 96,9 m³/s — minimum de juillet 2026, comparable à 2022, atteint dès le 29 juillet alors que la saison d'étiage n'est pas terminée ;
- 4 années critiques sur 6 — fréquence observée sur 2021–2026, contre environ 1 sur 5 sur la décennie précédente.

Ces chiffres ne sont pas des projections climatiques. Ce sont des mesures. Ils constituent le socle factuel le plus solide pour justifier la nécessité d'une architecture énergétique conçue pour fonctionner lors des épisodes où plusieurs contraintes climatiques surviennent simultanément — ce qui est précisément l'objet du Programme Résilience 2045.