

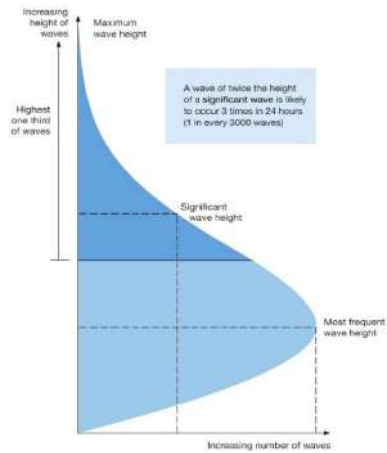
2.1. Hauteur de vague significative

En physique des vagues, la hauteur significative des vagues (SWH ou H_s ou H_{m0}) est traditionnellement définie comme la hauteur moyenne des vagues (du creux à la crête) du tiers le plus élevé des vagues.

Par exemple, en considérant une hauteur significative H_s de 10 mètres (33 pieds), statistiquement :

- 1 sur 10 sera plus grande que 10,7 mètres (35 pieds)
- 1 sur 100 sera plus grande que 15,1 mètres (50 pieds)
- 1 sur 1000 sera plus grande que 18,6 mètres (61 pieds)

Cela implique que l'on pourrait rencontrer une vague qui est à peu près le double de la hauteur de vague significative.



2.2. Période

La période de vague est le temps passé entre 2 vagues. Elle est directement liée à la longueur d'onde.

2.3. Longueur d'onde et conditions de site

La longueur d'onde dépend des conditions de site, qui sont définies en fonction du rapport entre la profondeur et la longueur d'onde.

La formule de la longueur d'onde dépend de ces conditions du site. Il faut donc passer par un processus itératif pour déterminer dans quelles conditions de site nous nous trouvons et quelle formule est alors applicable.

| | Shallow Water | Transitional Water | Deep Water |
|------------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Condition | $\frac{h}{\lambda} < \frac{1}{20}$ | $\frac{1}{20} < \frac{h}{\lambda} < \frac{1}{2}$ | $\frac{h}{\lambda} > \frac{1}{2}$ |
| Wavelength | $\lambda = T\sqrt{gh}$ | $\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{\lambda}\right)$ | $\lambda = \frac{gT^2}{2\pi}$ |

Où:

h = profondeur moyenne dans la direction de propagation de la vague.

λ = longueur d'onde, période spatiale de la vague.

T = période de la vague, période temporelle de la vague.

g = accélération de la pesanteur = 9.81 m/s²

2.4. Cambrure et hauteur de vague maximum

La cambrure d'une vague est le rapport entre sa hauteur et sa longueur d'onde :

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{H_s}{\lambda} \right)$$

Où:

H_s = Hauteur significative de la vague

λ = longueur d'onde

α = cambrure de la vague

D'une manière générale, une onde de gravité progressive est physiquement limitée en hauteur par la profondeur et sa longueur d'onde.

La limite supérieure ou hauteur de vague maximum en eau profonde est fonction de la longueur d'onde et, dans les eaux peu profondes et de transition, est fonction à la fois de la profondeur et de la longueur d'onde.

Dans des conditions d'eau profonde, la limite théorique de cambrure de la vague est :

$$\left(\frac{H}{\lambda} \right)_{max} = 0.142 \approx \frac{1}{7}$$

Où:

H = hauteur de vague, dans notre cas on considère la hauteur significative de vague

λ = longueur d'onde

Dans des conditions d'eau transitoires, la limite théorique de cambrure de la vague est :

$$\left(\frac{H}{\lambda} \right)_{max} = 0.142 \tanh \left(\frac{2\pi h}{\lambda} \right)$$

Où:

H = hauteur de vague, dans notre cas on considère la hauteur significative de vague

λ = longueur d'onde

h = profondeur

NB: Il est fréquent que la hauteur significative de vague et sa longueur d'onde issues du modèle de prédiction soient supérieures à la limite de cambrure de la vague. Dans ce cas, la hauteur de vague maximum avant déferlement est retenue, au lieu de la hauteur significative de vague issue du modèle.

En fonction de la limite de vague déferlante, la hauteur de vague considérée est :

- hauteur significative de vague \leq limite de cambrure de la vague \Rightarrow la hauteur de vague significative est retenue
- hauteur significative de vague $>$ limite de cambrure de la vague \Rightarrow la limite de vague déferlante est retenue

3. Modèle de prédiction des vagues (CEM)

Le modèle de prédiction de vagues CEM (Coastal Engineering Manual) montre des résultats valides et précis dans un environnement à fetch limité. Ce manuel est une référence couramment utilisée en matière d'ingénierie côtière.

Le modèle CEM est un modèle semi-empirique qui est développé sur la base de paramètres d'onde sans dimension.

L'un des principaux avantages de l'utilisation de ce modèle est le calcul du temps minimum pour générer une vague, ce qui permet de définir la bonne durée de vent, et ainsi la bonne vitesse de vent.

3.1. Temps minimum pour générer une vague

La durée du vent doit être supérieure à t_{min} , qui est défini comme suit :

$$t_{min} = 77.23 \frac{F^{0.67}}{U^{0.34} g^{0.33}}$$

Où:

t_{min} = temps minimum pour générer une vague

g = accélération de la pesanteur = 9.81 m/s²

F = fetch (in m)

U = vitesse du vent (en m/s) à 10 m

En utilisant cette donnée comme donnée d'entrée pour le calcul de la vitesse du vent à la bonne durée, on obtient :

| Direction de vent | t_{min} | Vitesse du vent | Direction de vent | t_{min} | Vitesse du vent |
|-------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|
| 0 ° | 2.47 min | 29.17 m/s | 180 ° | 6.59 min | 27.61 m/s |
| 20 ° | 2.83 min | 28.95 m/s | 200 ° | 6.59 min | 27.61 m/s |
| 40 ° | 3.00 min | 28.85 m/s | 220 ° | 7.29 min | 27.45 m/s |
| 60 ° | 3.17 min | 28.76 m/s | 240 ° | 6.83 min | 27.55 m/s |
| 80 ° | 2.83 min | 28.95 m/s | 260 ° | 7.73 min | 19.15 m/s |
| 90 ° | 2.65 min | 29.05 m/s | 270 ° | 3.20 min | 20.12 m/s |
| 100 ° | 4.82 min | 28.10 m/s | 280 ° | 3.77 min | 19.94 m/s |
| 120 ° | 6.83 min | 27.55 m/s | 300 ° | 4.31 min | 19.79 m/s |
| 140 ° | 7.06 min | 27.50 m/s | 320 ° | 4.48 min | 19.75 m/s |
| 160 ° | 7.06 min | 27.50 m/s | 340 ° | 4.65 min | 19.71 m/s |

3.2. Période de pointe des vagues

Selon la méthode CEM, la période de pointe est donnée par :

$$T_p = 0.651 \left(\frac{gF}{u_*^2} \right)^{1/3}$$

Où:

T_p = période de pointe

g = accélération de la pesanteur = 9.81 m/s²

F = fetch (en m)

u_* = vitesse de friction (en m/s)

Et,

$$u_* = U \sqrt{0.001(1.1 + 0.035U)}$$

Où:

u_* = vitesse de friction (en m/s)

U = vitesse du vent (en m/s) à 10m

On obtient donc :

| Direction de vent | Période de pointe | Direction de vent | Période de pointe |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0 ° | 0.64 s | 180 ° | 1.02 s |
| 20 ° | 0.69 s | 200 ° | 1.02 s |
| 40 ° | 0.70 s | 220 ° | 1.06 s |
| 60 ° | 0.72 s | 240 ° | 1.03 s |
| 80 ° | 0.69 s | 260 ° | 0.89 s |
| 90 ° | 0.67 s | 270 ° | 0.59 s |
| 100 ° | 0.88 s | 280 ° | 0.64 s |
| 120 ° | 1.03 s | 300 ° | 0.68 s |
| 140 ° | 1.05 s | 320 ° | 0.69 s |
| 160 ° | 1.05 s | 340 ° | 0.70 s |

3.3. Longueur d'onde

En considérant la profondeur moyenne du réservoir, les conditions d'eaux profondes sont remplies pour toutes les directions de vent, nécessaires pour utiliser le modèle CEM (applicable uniquement en eau profonde et transitoire).

| Direction de vent | λ | h/λ | Condition de site | Direction de vent | λ | h/λ | Condition de site |
|-------------------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------|-------------------|
| 0 ° | 0.65 m | 1/7 | Deep Water | 180 ° | 1.61 m | 1/7 | Deep Water |
| 20 ° | 0.73 m | 1/7 | Deep Water | 200 ° | 1.61 m | 1/7 | Deep Water |
| 40 ° | 0.78 m | 1/7 | Deep Water | 220 ° | 1.77 m | 1/7 | Deep Water |
| 60 ° | 0.82 m | 1/7 | Deep Water | 240 ° | 1.67 m | 1/7 | Deep Water |
| 80 ° | 0.73 m | 1/7 | Deep Water | 260 ° | 1.24 m | 1/8 | Deep Water |
| 90 ° | 0.69 m | 1/7 | Deep Water | 270 ° | 0.55 m | 1/7 | Deep Water |
| 100 ° | 1.20 m | 1/7 | Deep Water | 280 ° | 0.64 m | 1/7 | Deep Water |
| 120 ° | 1.67 m | 1/7 | Deep Water | 300 ° | 0.72 m | 1/7 | Deep Water |
| 140 ° | 1.72 m | 1/7 | Deep Water | 320 ° | 0.75 m | 1/7 | Deep Water |
| 160 ° | 1.72 m | 1/7 | Deep Water | 340 ° | 0.77 m | 1/7 | Deep Water |

3.4. Hauteur significative de vague

Le modèle CEM donne:

$$H_{m0} = \left(4.13 \times 10^{-2} \times \sqrt{\frac{gF}{u_*^2}} \right) \times \frac{u_*^2}{g}$$

Où:

H_{m0} = hauteur significative de vague (en m)

g = accélération de la pesanteur = 9.81 m/s²

F = fetch (en m)

u_* = vitesse de friction (en m/s) (voir §3.2)

Ainsi on obtient:

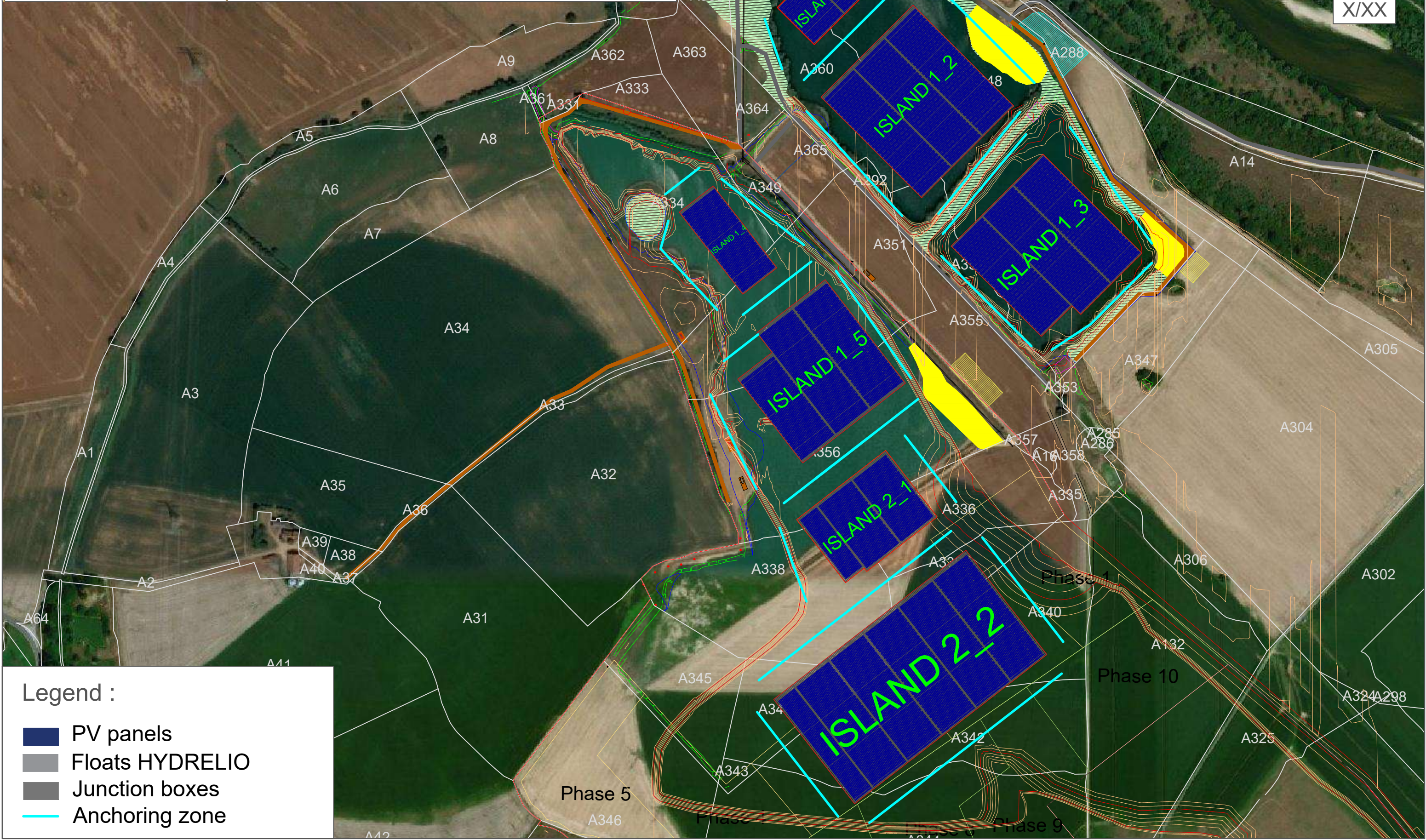
| Direction de vent | Hauteur significative de vague | Direction de vent | Hauteur significative de vague |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 0 ° | 0.09 m | 180 ° | 0.23 m |
| 20 ° | 0.10 m | 200 ° | 0.23 m |
| 40 ° | 0.11 m | 220 ° | 0.24 m |
| 60 ° | 0.12 m | 240 ° | 0.23 m |
| 80 ° | 0.10 m | 260 ° | 0.15 m |
| 90 ° | 0.10 m | 270 ° | 0.08 m |
| 100 ° | 0.17 m | 280 ° | 0.09 m |
| 120 ° | 0.23 m | 300 ° | 0.10 m |
| 140 ° | 0.24 m | 320 ° | 0.10 m |
| 160 ° | 0.24 m | 340 ° | 0.11 m |

Note : Il est fréquent que la hauteur significative de vague et la longueur d'onde issues du modèle de prédiction dépassent la limite des vagues déferlantes. Dans ce cas, la hauteur de vague maximale autorisée avant le déferlement des vagues est considéré, au lieu de la hauteur de vague significative.

Annexe 3 : Plan d'implantation



WFR082 - CHEVENON
25 342.2 kWp



Legend :

- PV panels
- Floats HYDRELIO
- Junction boxes
- Anchoring zone

ANNEXE 9

FICHES CARACTERISTIQUES DES MODULES ET DE L'ONDULEUR PRESELECTIONNES

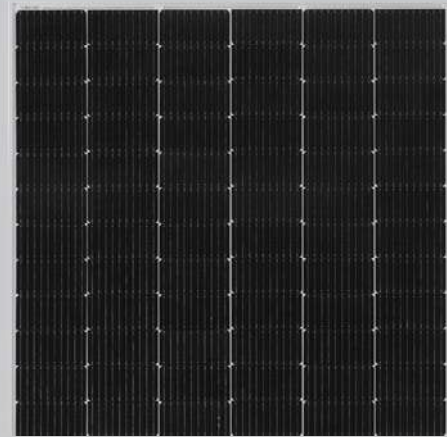
Source : ÉLÉMENTS

TR 72M 520-540 Watt Mono-facial

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

TIGER Pro



KEY FEATURES



TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.35 %)



MBB instead of 5BB

MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



Higher lifetime Power Yield

2.0% first year degradation,
0.55% linear degradation



Best Warranty

12 year product warranty,
25 year linear power warranty



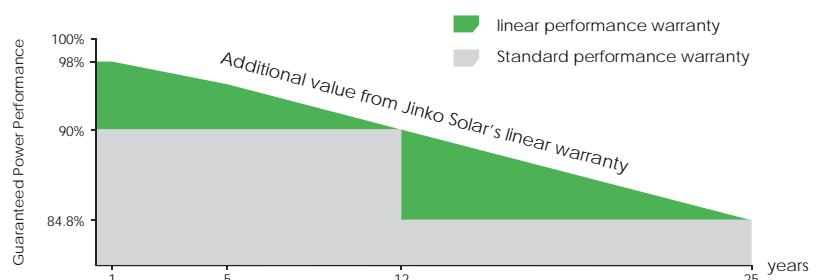
Strengthened Mechanical Support

5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

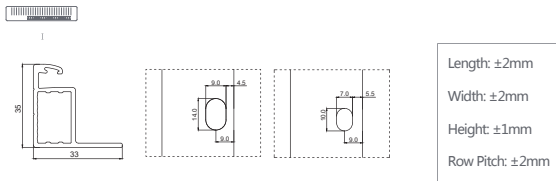
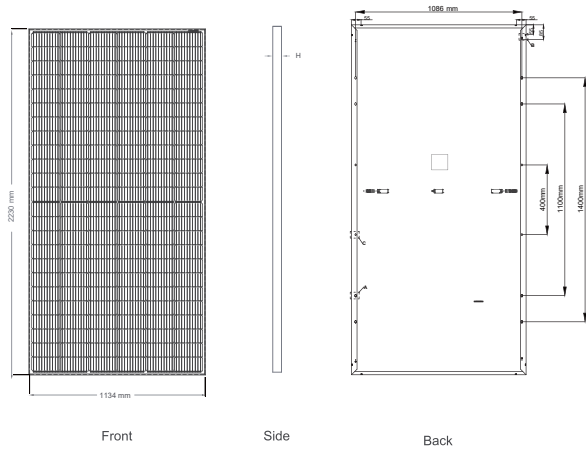
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty
0.55% Annual Degradation Over 25 years



ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 certified factory

IEC61215, IEC61730 certified product

Engineering Drawings

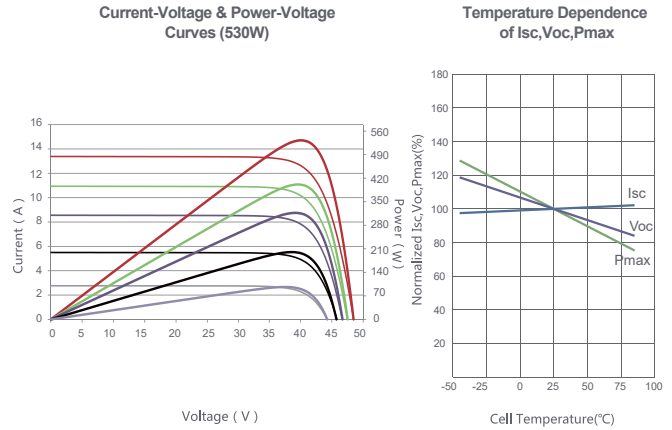


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



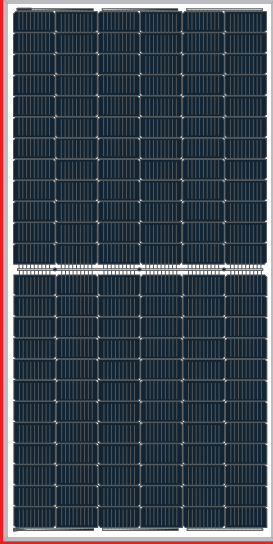
Mechanical Characteristics

| | |
|---------------|---|
| Cell Type | P type Mono-crystalline |
| No. of cells | 144 (2×72) |
| Dimensions | 2230×1134×35mm (87.80×44.65×1.38 inch) |
| Weight | 28.9 kg (63.71 lbs) |
| Front Glass | 3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass |
| Frame | Anodized Aluminium Alloy |
| Junction Box | IP68 Rated |
| Output Cables | TUV 1×4.0mm ² (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length |

SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM520M-7TL4-V | | JKM525M-7TL4-V | | JKM530M-7TL4-V | | JKM535M-7TL4-V | | JKM540M-7TL4-V | |
|---|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 520Wp | 387Wp | 525Wp | 391Wp | 530Wp | 394Wp | 535Wp | 398Wp | 540Wp | 402Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 40.47V | 37.63V | 40.61V | 37.78V | 40.74V | 37.92V | 40.88V | 38.05V | 41.01V | 38.19V |
| Maximum Power Current (Imp) | 12.85A | 10.28A | 12.93A | 10.34A | 13.01A | 10.40A | 13.09A | 10.46A | 13.17A | 10.52A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 48.99V | 46.24V | 49.13V | 46.37V | 49.26V | 46.50V | 49.40V | 46.63V | 49.53V | 46.75V |
| Short-circuit Current (Isc) | 13.53A | 10.93A | 13.61A | 10.99A | 13.69A | 11.06A | 13.77A | 11.12A | 13.85A | 11.19A |
| Module Efficiency STC (%) | 20.56% | | 20.76% | | 20.96% | | 21.16% | | 21.35% | |
| Operating Temperature(°C) | -40°C~+85°C | | | | | | | | | |
| Maximum system voltage | 1500VDC (IEC) | | | | | | | | | |
| Maximum series fuse rating | 25A | | | | | | | | | |
| Power tolerance | 0~+3% | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | -0.35%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | -0.28%/°C | | | | | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | 0.048%/°C | | | | | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C | | | | | | | | | |

* STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s



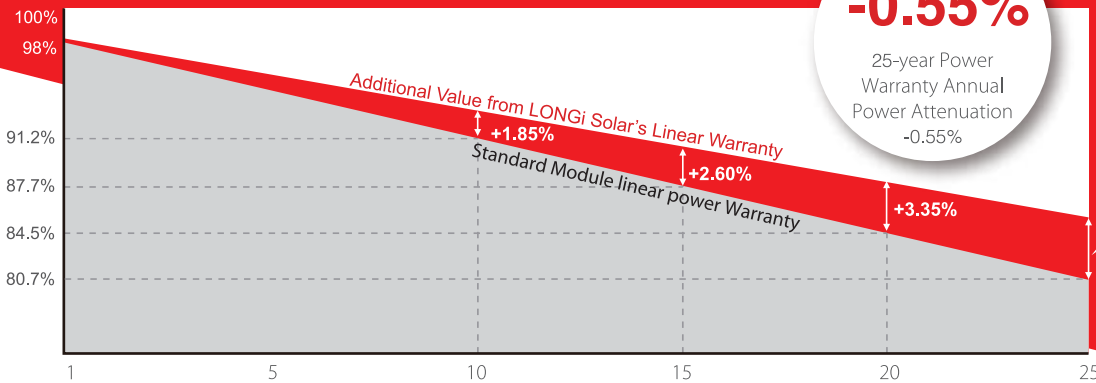
LR4-72HPH 425~455M



**High Efficiency
Low LID Mono PERC with
Half-cut Technology**

*Both 6BB & 9BB are available

10-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



Complete System and Product Certifications

- IEC 61215, IEC61730, UL61730
- ISO 9001:2008: ISO Quality Management System
- ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System
- TS62941: Guideline for module design qualification and type approval
- OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and tests. LONGi Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0 ~ +5W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 20.9%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55% year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

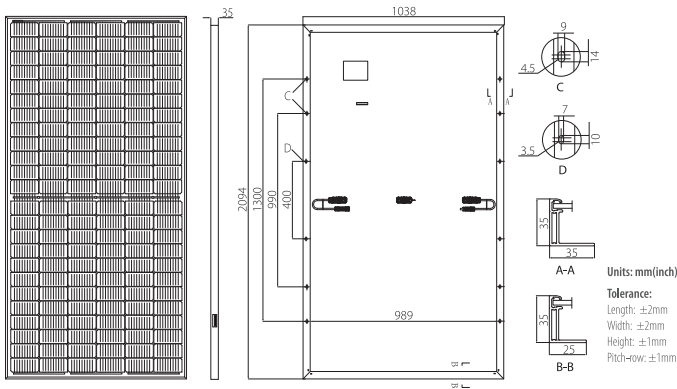


Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGi Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGi have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

LR4-72HPH 425~455M

Design (mm)



Mechanical Parameters

Cell Orientation: 144 (6×24)
 Junction Box: IP68, three diodes
 Output Cable: 4mm², 300mm in length,
 length can be customized
 Glass: Single glass
 3.2mm coated tempered glass
 Frame: Anodized aluminum alloy frame
 Weight: 23.5kg
 Dimension: 2094×1038×35mm
 Packaging: 30pcs per pallet
 150pcs per 20'GP
 660pcs per 40'HC

Operating Parameters

Operational Temperature: -40 C ~ +85 C
 Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W
 Voc and Isc Tolerance: ±3%
 Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)
 Maximum Series Fuse Rating: 20A
 Nominal Operating Cell Temperature: 45±2 C
 Safety Class: Class II
 Fire Rating: UL type 1 or 2

Electrical Characteristics

Test uncertainty for Pmax: ±3%

| Model Number | LR4-72HPH-425M | | LR4-72HPH-430M | | LR4-72HPH-435M | | LR4-72HPH-440M | | LR4-72HPH-445M | | LR4-72HPH-450M | | LR4-72HPH-455M | |
|----------------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| Testing Condition | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax/W) | 425 | 314.8 | 430 | 318.5 | 435 | 322.2 | 440 | 326.0 | 445 | 329.7 | 450 | 333.4 | 455 | 337.1 |
| Open Circuit Voltage (Voc/V) | 48.3 | 45.1 | 48.5 | 45.3 | 48.7 | 45.5 | 48.9 | 45.6 | 49.1 | 45.8 | 49.3 | 46.0 | 49.5 | 46.2 |
| Short Circuit Current (Isc/A) | 11.23 | 9.06 | 11.31 | 9.12 | 11.39 | 9.18 | 11.46 | 9.24 | 11.53 | 9.30 | 11.60 | 9.35 | 11.66 | 9.40 |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 40.5 | 37.4 | 40.7 | 37.6 | 40.9 | 37.8 | 41.1 | 38.0 | 41.3 | 38.1 | 41.5 | 38.3 | 41.7 | 38.5 |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 10.50 | 8.42 | 10.57 | 8.47 | 10.64 | 8.53 | 10.71 | 8.59 | 10.78 | 8.64 | 10.85 | 8.70 | 10.92 | 8.75 |
| Module Efficiency(%) | 19.6 | | 19.8 | | 20.0 | | 20.2 | | 20.5 | | 20.7 | | 20.9 | |

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25 C, Spectra at AM1.5

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20 C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/s

Temperature Ratings (STC)

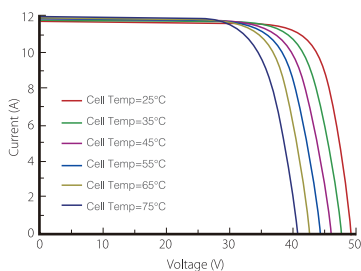
| | |
|---------------------------------|-----------|
| Temperature Coefficient of Isc | +0.057%/C |
| Temperature Coefficient of Voc | -0.286%/C |
| Temperature Coefficient of Pmax | -0.370%/C |

Mechanical Loading

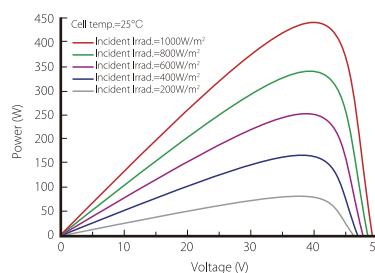
| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Front Side Maximum Static Loading | 5400Pa |
| Rear Side Maximum Static Loading | 2400Pa |
| Hailstone Test | 25mm Hailstone at the speed of 23m/s |

I-V Curve

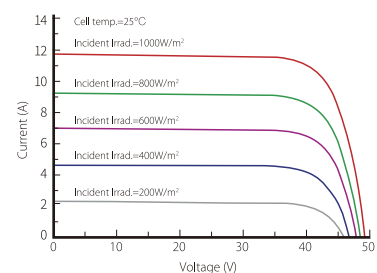
Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Power-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



Current-Voltage Curve (LR4-72HPH-440M)



LONGI

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGI Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGI have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.



SunPower Série X : X21-470-COM

Panneau SunPower® pour applications commerciales ou industrielles

Les panneaux photovoltaïques SunPower de la Série X combinent durabilité, rendement élevé et la meilleure garantie disponible sur le marché - permettant de produire et d'économiser plus à long terme. ^{1,2}



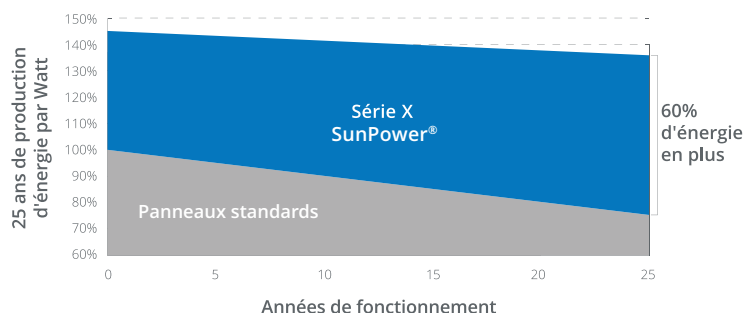
Puissance maximum. Design minimaliste.

Son rendement à la pointe de la technologie permet de générer plus de puissance et d'économies à surface égale, vous permettant d'optimiser la rentabilité de votre investissement.



Plus d'énergie, plus d'économies

Conçu pour fournir 60% d'énergie de plus qu'un panneau standard à surface égale sur 25 ans en conditions réelles - prenant en compte l'ombrage partiel et les températures élevées. ²



Fondamentalement différent. Et mieux.



La cellule solaire Maxeon® de SunPower

- Un rendement exceptionnel ²
- Une fiabilité inégalée ³
- Une meilleure résistance à la corrosion et aux fissures grâce à sa base en cuivre brevetée.



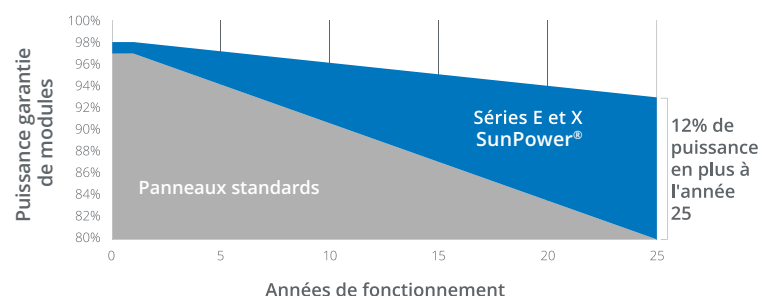
Aussi durables que l'énergie qu'ils produisent

- Classés numéro 1 dans le scorecard de la Silicon Valley Toxics Coalition 2017 ⁴
- Les premiers et seuls panneaux solaires à être certifiés Cradle to Cradle™ Bronze ⁵
- Les usines de Toulouse et De Vernejoul en France sont certifiées zéro déchets par NSF Sustainability. ⁶



Meilleure fiabilité, meilleure garantie

Avec plus de 25 millions de panneaux déployés dans le monde, la fiabilité exceptionnelle de la technologie SunPower n'est plus à prouver. C'est pour cette raison que nous vous offrons la meilleure garantie combinée couvrant à la fois puissance, produit et services sur 25 ans.



Série X : X21-470-COM Panneau SunPower® pour applications commerciales ou industrielles

| Caractéristiques Électriques | | |
|---|------------------------|-----------------|
| | SPR-X21-470-COM | SPR-X21-460-COM |
| Puissance nominale (P _{nom}) ⁷ | 470 W | 460 W |
| Tolérance (module) | +5/0% | +5/0% |
| Rendement (module) | 21,7% | 21,3% |
| Tension à puissance maximale (V _{mpp}) | 77,6 V | 77,3 V |
| Courant à puissance maximale (I _{mpp}) | 6,06 A | 5,95 A |
| Tension en circuit ouvert (V _{oc}) | 91,5 V | 90,5 V |
| Courant de court-circuit (I _{sc}) | 6,45 A | 6,39 A |
| Tension maximale du système | 1500 V IEC & 1500 V UL | |
| Calibre des fusibles série | 15 A | |
| Coef. Temp. Puissance (P _{mpp}) | -0,29% / °C | |
| Coef. Temp. Tension (V _{oc}) | -223,2 mV / °C | |
| Coef. Temp. Courant (I _{sc}) | 2,9 mA / °C | |

| Tests et Certifications | |
|----------------------------------|--|
| Tests Standards ⁸ | IEC 61215, IEC 61730, UL1703 (Classe Feu de type 2) |
| Certification Qualité management | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 |
| Conforme aux règles HSE | RoHS, OHSAS 18001:2007, sans plomb, recyclage ou PV Cycle, REACH SVHC-163 |
| Gestion durable | Certifié Cradle to Cradle™ Bronze. Vérifié "Zéro Déchet" par NFS Sustainability. |
| Test à l'ammoniaque | IEC 62716 |
| Test au sable | MIL-STD-810G |
| Test aux environnements salins | IEC 61701 (Sévérité maximum) |
| Test PID | 1500 V : IEC 62804, PVEL durée : 600 h. |
| Autres Tests | TUV, UL, MCS, FSEC, CEC |

1 Comparaison entre les modules SunPower 360W et les modules conventionnels de 260W, 1.6m² env., 16% de rendement, 4% d'énergie en plus par watt, (basé sur le fichier PAN de PVsyst), 0.75%/an de dégradation en moins (Campeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate," Livre blanc SunPower, 2013).

2 Basé sur une recherche de fiche produit du Top 10 des fabricants d'après l'IHS, de Janv. 2017.

3 Numéro 1 au classement du "Fraunhofer PV Durability Initiative for Solar Modules: Part 3". PVTech Power Magazine, 2015. Campeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate," Livre Blanc SunPower, 2013.

4 SunPower est classé numéro 1 dans la scorecard solaire de la Silicon Valley Toxics Coalition.

5 La Certification Cradle to Cradle est un programme de certification multi-attributs qui évalue les produits et matériaux pour la sécurité de la santé humaine et environnementale, la conception pour les cycles d'utilisation futurs et la fabrication durable.

6 99 % des déchets générés par les usines SunPower de Toulouse et De Vernejoul en France et de Mexicali au Mexique sont détournés de la mise en décharge, valant ainsi aux usines le label « landfill-free verification » [littéralement : vérification zéro déchet] attribué par l'organisme NSF Sustainability, une division de l'organisation mondiale de la santé publique NSF International.

7 Conditions de Test Standard (1000 W/m² d'irradiance, AM 1.5, 25° C). Le module utilisé pour la calibration standard de NREL utilise une méthodologie SOMS pour la valeur de courant et une méthodologie LACCS pour la tension et le FF.

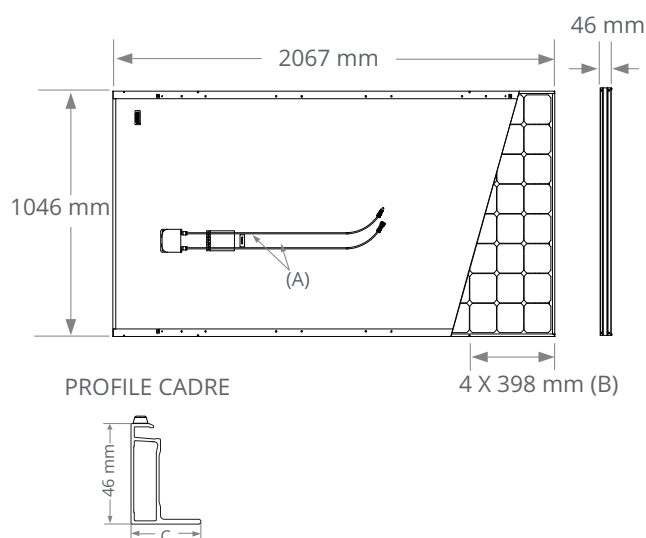
8 Classe feu de type 2 selon l'UL 1703:2013, Classe de type C selon UL1703:2002.

Visitez la page www.sunpower.fr/company pour plus d'informations.

Les spécifications fournies dans ce document sont susceptibles d'être modifiées sans préavis.

©2020 SunPower Corporation. Tous droits réservés. SUNPOWER, le logo SUNPOWER et MAXEON sont des marques commerciales ou déposées de SunPower Corporation. Cradle to Cradle Certified™ est une marque de certification sous licence du Cradle to Cradle Products Innovation Institute. Toutes les autres marques sont les propriétés de leurs exploitants respectifs.

| Conditions de Test et Caractéristiques Mécaniques | |
|---|--|
| Température | -40° C à +85° C |
| Résistance à l'impact | 25 mm de diamètre à 23 m/s |
| Apparence | Classe A |
| Cellules | 128 Cellules monocristallines Maxeon Gén. III |
| Verre trempé | Verre trempé haute transmission avec couche antireflet |
| Boîtier de connexion | Classé IP-65, Longueur de 1 230 mm / PV4S |
| Poids | 25,4 kg |
| Charge maximale | Vent : 2400 Pa, 244 kg/m ² avant et arrière Neige : 5400 Pa, 550 kg/m ² avant |
| Cadre | Anodisé argent classe 2; encoche d'empilage |



- (A) Longueur de câbles: 1230 mm +/-10 mm
 (B) Encoche d'empilage
 (C) Côté Long: 32 mm
 Côté Court: 22 mm

Veillez lire les instructions de sécurité et d'installation.

SUN2000-185KTL-H1

Smart String Inverter



9
MPP Trackers

99.0%
Max. Efficiency

String-level
Management

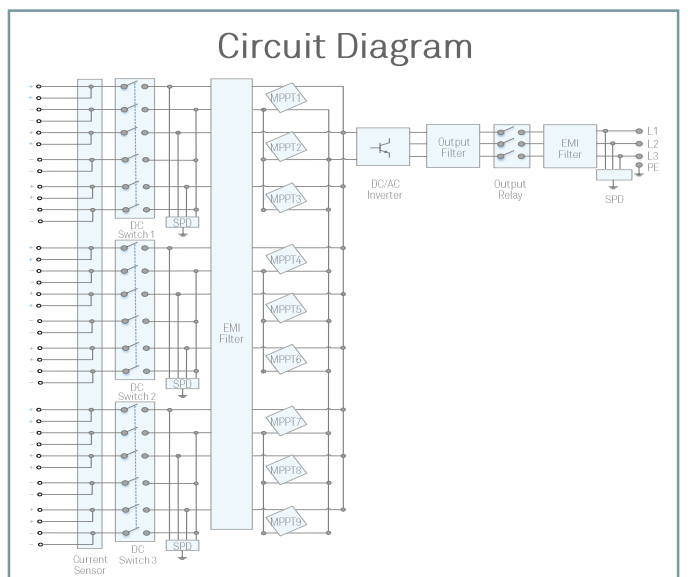
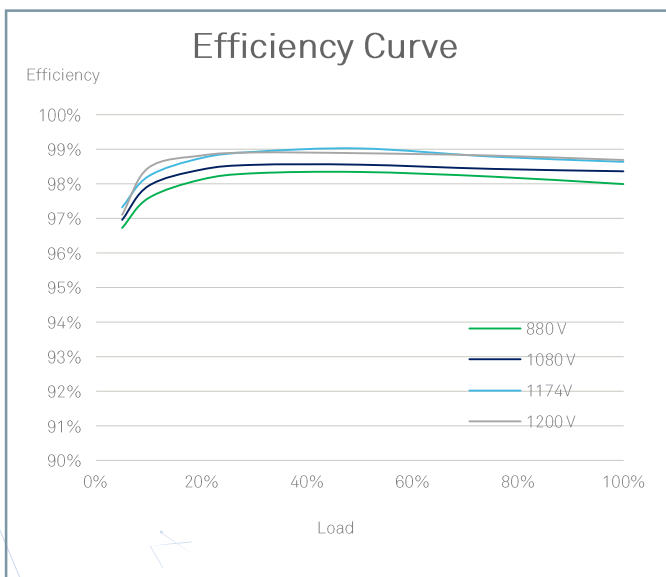
Smart I-V Curve
Diagnosis Supported

MBUS
Supported

Fuse Free
Design

Surge Arresters
for DC & AC

IP66
Protection



Technical Specifications

| Efficiency | |
|---|--|
| Max. Efficiency | 99.03% |
| European Efficiency | 98.69% |
| Input | |
| Max. Input Voltage | 1,500 V |
| Max. Current per MPPT | 26 A |
| Max. Short Circuit Current per MPPT | 40 A |
| Start Voltage | 550 V |
| MPPT Operating Voltage Range | 500 V ~ 1,500 V |
| Nominal Input Voltage | 1,080 V |
| Number of Inputs | 18 |
| Number of MPP Trackers | 9 |
| Output | |
| Nominal AC Active Power | 185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C |
| Max. AC Apparent Power | 185,000 VA |
| Max. AC Active Power (cosφ=1) | 185,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 134.9A @25°C, 126.3 A @40°C |
| Max. Output Current | 134.9 A |
| Adjustable Power Factor Range | 0.8 LG ... 0.8 LD |
| Max. Total Harmonic Distortion | < 3% |
| Protection | |
| Input-side Disconnection Device | Yes |
| Anti-islanding Protection | Yes |
| AC Overcurrent Protection | Yes |
| DC Reverse-polarity Protection | Yes |
| PV-array String Fault Monitoring | Yes |
| DC Surge Arrester | Type II |
| AC Surge Arrester | Type II |
| DC Insulation Resistance Detection | Yes |
| Residual Current Monitoring Unit | Yes |
| Communication | |
| Display | LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP |
| USB | Yes |
| MBUS | Yes |
| RS485 | Yes |
| General | |
| Dimensions (W x H x D) | 1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch) |
| Weight (with mounting plate) | 84 kg (185.2 lb.) |
| Operating Temperature Range | -25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F) |
| Cooling Method | Smart Air Cooling |
| Max. Operating Altitude without Derating | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Relative Humidity | 0 ~ 100% |
| DC Connector | Staubli MC4 EVO2 |
| AC Connector | Waterproof Connector + OT/DT Terminal |
| Protection Degree | IP66 |
| Topology | Transformerless |
| Standard Compliance (more available upon request) | |
| Certificate | EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683 |
| Grid Code | IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006 |

ANNEXE 10

ÉTUDE HYDRAULIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE DE LA CARRIÈRE EQIOM

Source : HYDRATEC

Cette étude technique est reliée à part pour une plus grande facilitée de lecture.



Demande d'autorisation pour un projet
d'extension de la carrière sur la commune
de Chevenon (58)

Rapport d'étude hydraulique et hydrogéologique

01640255 | mars 2017 | v3





Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Rapée
75582 Paris Cedex 12
Email : hydra@hydra.setec.fr
T : 01 82 51 64 02
F : 01 82 51 41 39

Directeur d'affaire : BST
Responsable d'affaire : VGA
N°affaire : 01640255
Fichier :
40255_RAP_Chevenon_Eqiom_Etude_hydraul&hydroge
ol_v2.docx

| Version | Date | Etabli par | Vérfié par | Nb pages | Observations / Visa |
|---------|------------|-------------|-------------|----------|---|
| 1 | 27/02/2017 | VGA/ AAD | BST/ NVC | 167 | Première version |
| 2 | 10/03/2017 | VGA/ AAD | BST/ NVC | 167 | Prise en compte des remarques de M. Ligot (eqiom) |
| 3 | 27/03/2017 | VGA/ AAD | BST/ NVC | 167 | Prise en compte des remarques de M. Ligot (eqiom) |
| | | | | | |
| | | | | | |

TABLE DES MATIERES

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | CADRE ET OBJET DE L'ETUDE | 13 |
| 1.1 | Cadre de l'étude | 13 |
| 1.2 | Objet de l'étude..... | 16 |
| 1.3 | Historique de l'étude..... | 16 |
| 2 | CADRE REGLEMENTAIRE..... | 17 |
| 2.1 | PPRI..... | 17 |
| 2.2 | Plan Local d'Urbanisme..... | 19 |
| 2.3 | Schéma Départemental des Carrières | 21 |
| 2.4 | Conformité avec le SDAGE | 21 |
| 2.5 | Espace de mobilité de la Loire | 23 |
| 2.5.1 | Notions d'espace de mobilité | 23 |
| 2.5.2 | Contexte réglementaire..... | 23 |
| 2.5.3 | Etude Dreal Bourgogne..... | 24 |
| 2.5.4 | Détermination de l'espace de mobilité | 24 |
| 2.5.5 | Comparaison de l'emprise du projet avec l'espace de mobilité | 27 |
| 2.6 | Impacts cumulés..... | 28 |
| 3 | FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE | 29 |
| 3.1 | Présentation du site | 29 |
| 3.2 | Construction du modèle hydraulique de simulation | 35 |
| 3.2.1 | Présentation du logiciel HydraRiv | 35 |
| 3.2.2 | Présentation des modèles existants sur le secteur de Nevers..... | 37 |
| 3.2.3 | Modèle ADN2008 | 38 |
| 3.2.4 | Schématisation détaillée du secteur d'étude | 40 |
| 3.2.5 | Hydrologie | 44 |
| 3.2.6 | Calage du modèle hydraulique | 48 |
| 3.3 | Résultats de la modélisation..... | 59 |
| 3.3.1 | Profils en long de la ligne d'eau en Loire | 59 |
| 3.3.2 | Sollicitation hydraulique du site - hauteurs de submersion | 61 |
| 3.3.3 | Répartition des débits..... | 67 |
| 4 | ETUDE DE FAISABILITE HYDROGEOLOGIQUE..... | 68 |
| 4.1 | Données utilisées | 68 |
| 4.2 | Contexte géologique..... | 68 |
| 4.2.1 | Contexte géologique général | 68 |
| 4.2.2 | Contexte géologique local..... | 72 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3 | Contexte hydrogéologique..... | 75 |
| 4.3.1 | Présentation des masses d'eau | 75 |
| 4.3.2 | Données piézométriques générales | 76 |
| 4.3.3 | Piézométrie de la nappe au droit du projet | 79 |
| 4.3.4 | Variations piézométriques..... | 81 |
| 4.3.5 | Qualité de la nappe alluviale | 82 |
| 4.4 | Contraintes au droit de l'exploitation | 84 |
| 4.4.1 | Usage de la ressource en eau souterraine | 84 |
| 4.4.2 | Infrastructures voisines | 86 |
| 4.4.3 | Zone de répartition des eaux (ZRE)..... | 86 |
| 5 | MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE | 87 |
| 5.1 | Méthodologie d'étude | 87 |
| 5.1.1 | Orientations méthodologiques | 87 |
| 5.1.2 | Outil de modélisation..... | 87 |
| 5.2 | Construction du modèle..... | 88 |
| 5.2.1 | Délimitation du bassin versant | 88 |
| 5.2.2 | Structure du modèle..... | 89 |
| 5.3 | Calage en régime permanent..... | 90 |
| 5.3.1 | Objectifs..... | 90 |
| 5.3.2 | Piézométrie de référence (situation initiale)..... | 90 |
| 5.3.3 | Pompages d'exhaure | 91 |
| 5.3.4 | Perméabilités..... | 91 |
| 5.4 | Résultats du calage | 93 |
| 6 | PRESENTATION DU PROJET D'AMENAGEMENT..... | 96 |
| 6.1 | Implantation du projet | 96 |
| 6.2 | Durée d'exploitation du site | 96 |
| 6.3 | Méthode d'exploitation des terrains..... | 97 |
| 6.4 | Mode d'évacuation des matériaux..... | 97 |
| 6.5 | Remblais..... | 98 |
| 6.6 | Phasage de l'exploitation..... | 98 |
| 6.7 | Modalités de remise en état du site..... | 99 |
| 7 | FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN SITUATION FUTURE – SITE REAMENAGE .. | 102 |
| 7.1 | Description du phénomène de capture | 102 |
| 7.2 | Fonctionnement des gravières et des ouvrages | 103 |
| 7.2.1 | Analyse de la crue de décembre 2003 | 103 |
| 7.2.2 | Cas de crues supérieures à la crue de décembre 2003..... | 109 |
| 7.2.3 | Cas d'une montée de crue plus rapide | 109 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 7.2.4 | Cas d'un niveau d'eau plus bas dans les gravières | 109 |
| 7.3 | Evaluation des risques d'érosion des talus des plans d'eau | 111 |
| 8 | ANALYSE DES IMPACTS HYDRAULIQUES | 114 |
| 8.1 | Impacts sur les niveaux d'eau | 114 |
| 8.2 | Impacts sur les débits | 119 |
| 8.3 | Cas d'une rupture du barrage de Villerest | 122 |
| 8.3.1 | Présentation du barrage de Villerest..... | 122 |
| 8.3.2 | Etudes antérieures sur l'onde de submersion en cas de rupture..... | 123 |
| 8.3.3 | Simulation de l'onde de submersion sur front sec et analyse des impacts..... | 124 |
| 8.3.4 | Analyse de l'onde de submersion sur front humide..... | 126 |
| 8.3.5 | Conclusion..... | 127 |
| 9 | ANALYSE DES IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES..... | 128 |
| 9.1 | Impacts piézométriques..... | 128 |
| 9.1.1 | En phase réaménagée..... | 128 |
| 9.1.2 | En phase d'exploitation | 135 |
| 9.2 | Impacts sur la qualité de la nappe..... | 136 |
| 9.2.1 | En phase exploitation – Modélisation hydrodispersive | 136 |
| 9.2.2 | En phase aménagée | 141 |
| 9.3 | Impacts cumulés..... | 141 |
| 10 | MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION, DE COMPENSATION ET D'ACCOMPAGNEMENT ET DISPOSITIFS DE CONTROLE ET MESURES COMPENSATOIRES | 142 |
| 10.1 | En phase exploitation | 142 |
| 10.1.1 | Aspect hydraulique..... | 142 |
| 10.1.2 | Aspect hydrogéologique..... | 142 |
| 10.2 | En phase aménagée | 144 |
| 10.2.1 | Aspect hydraulique..... | 144 |
| 10.2.2 | Aspect hydrogéologique..... | 144 |
| 11 | CONCLUSION | 145 |
| 11.1 | Le projet..... | 145 |
| 11.2 | Les impacts du projet | 146 |

ANNEXES

Annexe 1 Déroulement de la crue de décembre 2003 – état actuel

Annexe 2 Plans de phasage de l'exploitation

Annexe 3 Coupes du projet

Annexe 4 Fréquence de fonctionnement des déversoirs projetés

Annexe 5 Analyse des sollicitations des bordures des plans d'eau

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Figure 1-1: Plan de situation du projet | 13 |
| Figure 1-2 : Plan de réaménagement de la carrière | 14 |
| Figure 1-3 : Phasage quinquennal de l'exploitation | 15 |
| Figure 2-1 : Carte réglementaire du PPRi | 18 |
| Figure 2-2 : Extrait du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Chevenon (partie nord) | 20 |
| Figure 2-3 : Carte des critères géomorphologiques et des enjeux (source Dreal Bourgogne 2014) | 25 |
| Figure 2-4 : Espace de mobilité fonctionnel de la Loire (source Dreal Bourgogne 2014) | 26 |
| Figure 2-5 : Comparaison de l'emprise du projet avec l'espace de mobilité | 27 |
| Figure 3-1 : Localisation des photographies prises par hydratec lors de ces visites de terrain | 29 |
| Figure 3-2 : Photographies du ruisseau des Prés - hydratec | 30 |
| Figure 3-3 : Photographies de la Loire - hydratec | 30 |
| Figure 3-4 : Liaison ruisseau des Prés – gravière actuelle (fossé Lr3) | 31 |
| Figure 3-5 : Liaison ruisseau des Prés – ancienne gravière (fossé Lr1) | 32 |
| Figure 3-6 : Liaison ruisseau des Prés – ancienne gravière (2Ø 1500mm sur Lr1) | 32 |
| Figure 3-7 : Liaison gravière actuelle – ancienne gravière (fossé L13) | 33 |
| Figure 3-8 : Liaison gravière actuelle – ancienne gravière (2Ø 1500mm sur L13) | 33 |
| Figure 3-9 : Liaison gravière actuelle – ancienne gravière (2Ø1500mm sur L13) | 34 |
| Figure 3-10 : Liaison entre les 2 plans d'eau de l'ancienne gravière (déversoir L12) | 34 |
| Figure 3-11 : Schémas de modélisation d'HydraRiv | 36 |
| Figure 3-12 : Architecture du modèle ADN2008 | 39 |
| Figure 3-13 : Levés de points du géomètre sur le secteur d'étude | 40 |
| Figure 3-14 : Topographie du secteur d'étude | 41 |
| Figure 3-15 : Structure du modèle sur le secteur d'étude | 43 |
| Figure 3-16 : Représentation des crues océaniques et cévenoles | 44 |
| Figure 3-17 : Hydrogrammes de la Loire injectés en tête du modèle à Decize | 47 |
| Figure 3-18 : Hydrogrammes de l'Allier injectés en tête du modèle à Moulins | 47 |
| Figure 3-19 : Hydrogrammes injectés en tête du modèle pour la crue de décembre 2003 | 49 |
| Figure 3-20 : Hydrogrammes des affluents pour la crue de décembre 2003 | 49 |
| Figure 3-21 : Comparaison des hydrogrammes et limnigrammes aux stations de mesures sur la Loire pour la crue de décembre 2003 | 51 |
| Figure 3-22 : Comparaison des hydrogrammes et limnigrammes aux stations de mesures sur l'Allier pour la crue de décembre 2003 | 52 |
| Figure 3-23 : Profils en long de le Loire pour la crue de décembre 2003 | 57 |

| | |
|---|----|
| Figure 3-24 : Profils en long de la ligne d'eau maximale en Loire pour les crues étudiées en situation actuelle | 60 |
| Figure 3-25 : Position des traits de coupe | 61 |
| Figure 3-26 : Sollicitation hydraulique du site en situation actuelle | 62 |
| Figure 3-27 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue de dec 2003 | 63 |
| Figure 3-28 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T50ans | 64 |
| Figure 3-29 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T70ans | 64 |
| Figure 3-30 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T100ans | 65 |
| Figure 3-31 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T170ans | 65 |
| Figure 3-32 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T200ans | 66 |
| Figure 3-33 : Carte des hauteurs de submersion en situation actuelle pour la crue T500ans | 66 |
| Figure 3-34 : Répartition des débits à l'amont et à l'aval du site dans l'état actuel pour les 5 crues étudiées | 67 |
| Figure 4-1 : Extraits des cartes géologiques au 1/50000 de Sancoins (n°548) et Decize (n°549) et emplacement de la coupe géologique | 71 |
| Figure 4-2 : Coupe hydrogéologique schématique | 71 |
| Figure 4-3 : Localisation des sondages | 72 |
| Figure 4-4 : Carte du toit des alluvions en m NGF | 73 |
| Figure 4-5 : Epaisseur du gisement (en m) | 74 |
| Figure 4-6 - Carte des masses d'eaux souterraines dans notre secteur d'étude | 75 |
| Figure 4-7 : Courbes statistiques du piézomètre 05765X0013/S | 76 |
| Figure 4-8 - Comparaison des niveaux d'eau entre l'année 2013 et la médiane | 78 |
| Figure 4-9 : Carte piézométrique de basses eaux 2013 interprétée | 80 |
| Figure 4-10 - Localisation des piézomètres Eqiom | 81 |
| Figure 4-11 - Chronique piézométrique des PZ2 et PZ3 | 82 |
| Figure 4-12 : Captage AEP à proximité du projet | 84 |
| Figure 4-13 : Localisation des prélèvements pour l'irrigation | 85 |
| Figure 4-14 - Ouvrages linéaires au droit du projet | 86 |
| Figure 5-1 : Délimitation du bassin versant du modèle | 88 |
| Figure 5-2 : Maillage du modèle | 89 |
| Figure 5-3 : Localisation des points d'observation sur le modèle | 91 |
| Figure 5-4 : perméabilités du modèle | 91 |
| Figure 5-5 : Perméabilités de la couche 1 | 92 |
| Figure 5-6 : Perméabilités de la couche 2 | 92 |
| Figure 5-7 : Perméabilités de la couche 3 | 93 |
| Figure 5-8 : Résultats calage du modèle | 94 |
| Figure 5-9 : Piézométrie de calage calculée par le modèle | 95 |
| Figure 6-1 : Implantation du projet en dehors de l'espace de mobilité de la Loire | 96 |

| | |
|--|-----|
| Figure 6-2 : Localisation et volumes des remblais | 98 |
| Figure 6-3 : Localisation des ouvrages projetés dans le cadre du réaménagement | 100 |
| Figure 7-1 : Schéma d'évolution d'une rivière suite à la capture de son lit par une gravière de gros volume (source : Etude DREAL Centre 2014) | 102 |
| Figure 7-2 : Fonctionnement des ouvrages projetés | 105 |
| Figure 7-3 : Evolution des niveaux d'eau dans les différentes gravières en comparaison avec les niveaux en Loire | 107 |
| Figure 7-4 : Etude du risque de capture dans le cas d'un niveau d'eau plus bas dans les gravières | 110 |
| Figure 7-5 : Schéma de principe des sollicitations en bordure des plans d'eau | 111 |
| Figure 7-6 : Localisation des tronçons pour lesquels des pentes douces sont préconisées | 113 |
| Figure 8-1 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums - dec 2003 | 114 |
| Figure 8-2 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T50ans | 115 |
| Figure 8-3 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T70ans | 115 |
| Figure 8-4 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T100ans | 116 |
| Figure 8-5 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T170ans | 116 |
| Figure 8-6 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T200ans | 117 |
| Figure 8-7 : Impacts sur les niveaux d'eau maximums – T500ans | 117 |
| Figure 8-8 : Répartition des débits à l'amont et à l'aval du site dans l'état réaménagé pour les 7 crues étudiées | 119 |
| Figure 8-9 : Hydrogrammes en Loire pour T100ans – état actuel et réaménagé | 120 |
| <i>Figure 8-10 : Positionnement des nœuds dans le modèle HydraRiv</i> | 121 |
| Figure 8-11 : Localisation du barrage de Villerest | 122 |
| Figure 8-12 : Propagation de l'hydrogramme de rupture du barrage de Villerest | 124 |
| Figure 8-13 : Hydrogrammes à Decize | 125 |
| Figure 8-14 : Profil en long de la ligne d'eau en Loire en cas de rupture de Villerest | 125 |
| Figure 8-15 : Etude du risque de capture en cas de rupture du barrage de Villerest | 126 |
| Figure 9-1 : Plan de réaménagement | 128 |
| Figure 9-2 : Piézométrie en phase réaménagée (scénario 1) | 129 |
| Figure 9-3 : Carte d'iso-impact avec les berges et le fond colmatés | 131 |
| Figure 9-4 : Profondeur de la nappe par rapport au terrain naturel (phase aménagée) | 132 |
| Figure 9-5 : Piézométrie en phase réaménagée (scénario 2) | 133 |
| <i>Figure 9-6 : Carte d'iso-impact avec le fond colmaté et les berges poreuses</i> | 134 |
| Figure 9-7 : Évolution du panache de pollution 1 an après la pollution | 137 |
| Figure 9-8 : Évolution de la concentration en polluant sur le puits de PRENEUF (1an) | 138 |
| Figure 9-9 : Évolution du panache de pollution 5 ans après la pollution | 138 |
| Figure 9-10 : Evolution de la concentration en polluant sur le puits d'irrigation (5 ans) | 139 |
| Figure 9-11 : Évolution du panache de pollution 10 ans après la pollution | 140 |

Figure 9-12 : Évolution de la concentration en polluant sur le puits d'irrigation (10 ans) 140

| | |
|--|-----|
| Tableau 3-1 : Paramètres des liaisons de type fossé/seuil en situation actuelle | 42 |
| Tableau 3-2 : Paramètres des liaisons de type buse/orifice en situation actuelle | 42 |
| Tableau 3-3 : Débits de la Loire à Nevers et au Bec d'Allier pour les crues de projet | 46 |
| Tableau 3-4 : Présentation de la crue de calage | 48 |
| Tableau 3-5 : Comparaison des débits maximums aux stations de mesures pour la crue de décembre 2003 | 53 |
| Tableau 3-6 : Comparaison des cotes maximums aux stations de mesures pour la crue de décembre 2003 | 54 |
| Tableau 3-7 : Comparaison des cotes calculées par le modèle aux cotes des repères de crue pour la crue de décembre 2003 – sur la Loire | 55 |
| Tableau 3-8 : Comparaison des cotes calculées par le modèle aux cotes des repères de crue pour la crue de décembre 2003 – sur l'Allier | 56 |
| Tableau 3-9 : Comparaison des coefficients de Strickler avant et après calage sur le secteur étudié | 58 |
| Tableau 3-10 : Coefficients de Strickler utilisés lors du calage du modèle ADN2008 | 58 |
| Tableau 4-1 : Codes couleurs de l'indicateur BSH | 77 |
| Tableau 4-2: Indicateur BSH pour le mois de novembre 2013 | 77 |
| Tableau 4-3 : Résultats des analyses d'eau de nappe (avril 2014) | 83 |
| Tableau 4-4 : Volumes de 2012 prélevés par les captages agricoles | 85 |
| Tableau 5-1 : Cotes d'eau calculées par le modèle | 94 |
| Tableau 6-1 : Paramètres des liaisons existantes de type fossé/seuil en situation réaménagée | 99 |
| Tableau 6-2 : Paramètres des liaisons existantes de type buse/orifice en situation réaménagée | 99 |
| Tableau 6-3 : Paramètres des déversoirs projetés en situation réaménagée | 101 |
| Tableau 6-4 : Paramètres des chenaux projetés en situation réaménagée | 101 |
| Tableau 7-1 : Temps t de mise en fonctionnement des ouvrages | 105 |
| Tableau 7-2 : Temps t des premières surverses | 106 |
| Tableau 7-3 : Niveaux dans les différents plans d'eau au temps t des premières surverses et gain par rapport au temps t de mise en fonctionnement des déversoirs | 108 |
| Tableau 7-4 : Niveaux dans les différents plans d'eau au temps t des premières surverses et différences par rapport aux niveaux en Loire à l'amont des plans d'eau | 108 |
| Tableau 8-1 : Ecart min et max entre les niveaux d'eau de l'état actuel et réaménagé | 118 |
| Tableau 9-1: Caractéristiques physico-chimiques du gasoil non routier | 136 |
| Tableau 9-2 : Paramètres du modèle hydrodispersif | 137 |

1 CADRE ET OBJET DE L'ETUDE

1.1 CADRE DE L'ETUDE

La société Eqiom exploite une carrière de sables et graviers sur la commune de Chevenon (département de la Nièvre), dans la vallée de la Loire, (dernier AP 23/03/2006) au lieu-dit « Les Rondes ».

Elle souhaite étendre son autorisation d'exploiter sur des terrains situés au sud-est de la carrière actuelle, en zone inondable par la Loire en cas de crue forte, classée dans le Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la commune de Chevenon en aléa fort.

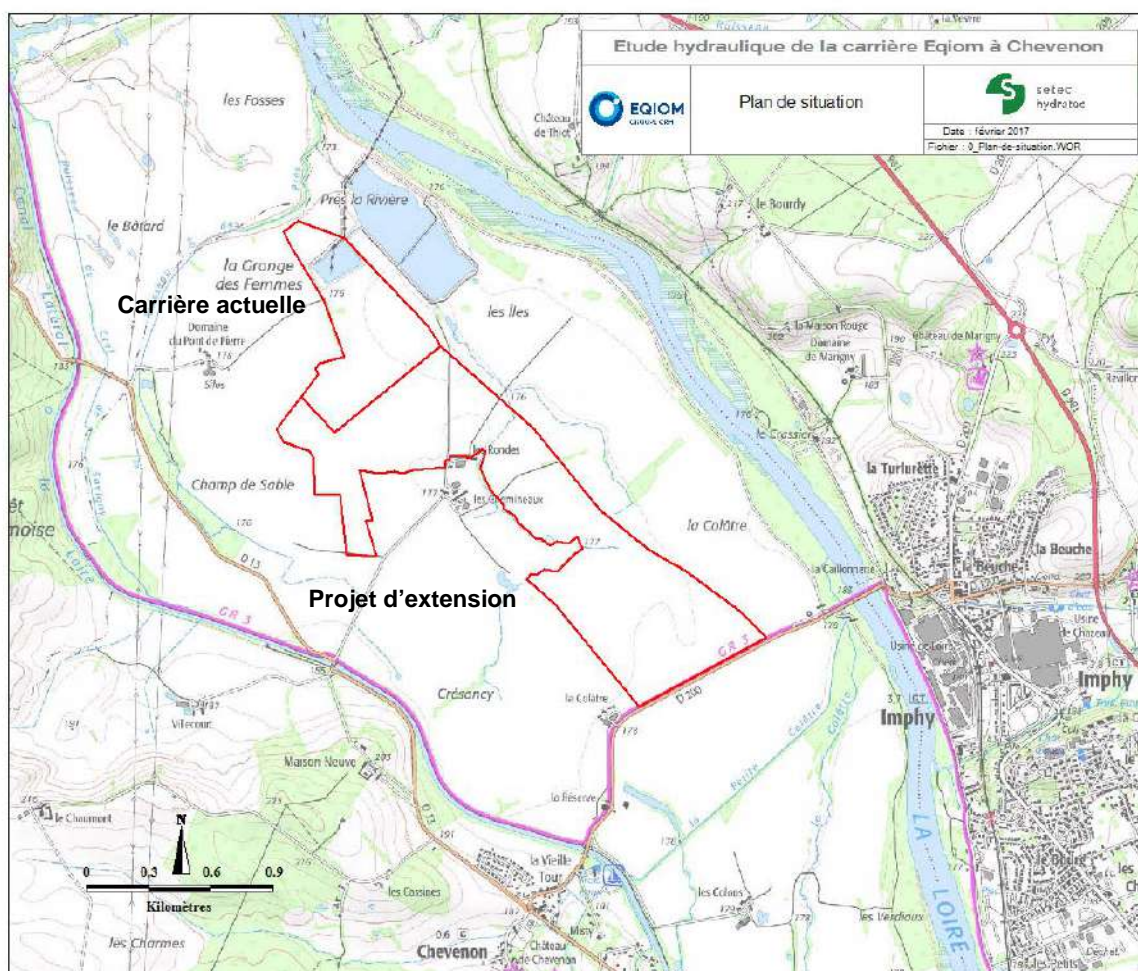


Figure 1-1: Plan de situation du projet

La nouvelle carrière sera localisée sur une zone dont la superficie est d'environ 116 hectares.

L'exploitation du gisement se fera en eau à l'aide d'une drague flottante électrique et sans rabattement de nappe.

Le criblage et le lavage des alluvions et donc la décantation se fait à la criblerie de Saint-Eloi. Les boues de décantation seront ensuite régulièrement ramenées sur le site d'extraction de Chevenon et serviront au réaménagement des berges des plans d'eau.

Le réaménagement envisagé est la création de deux plans d'eau :

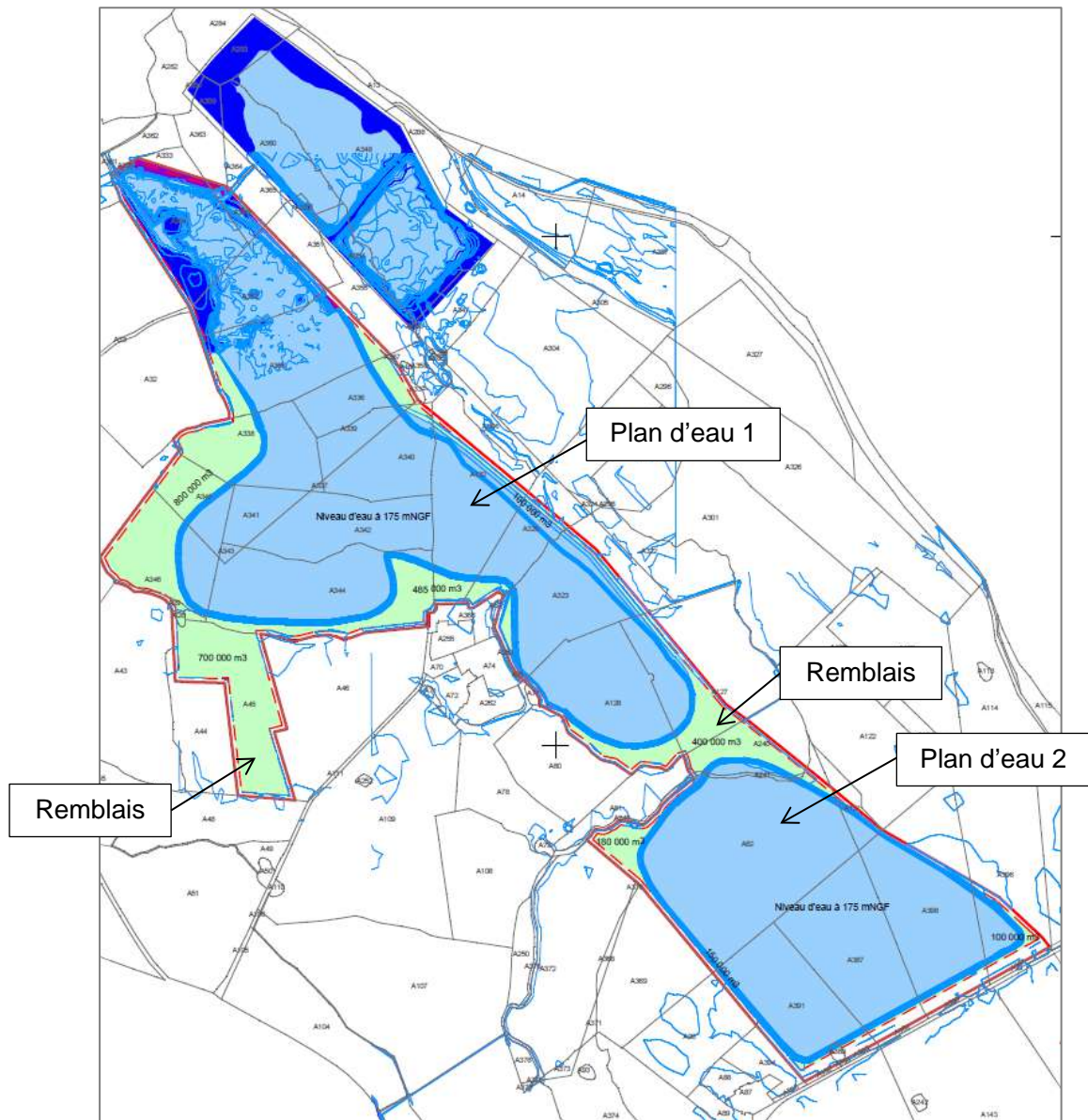


Figure 1-2 : Plan de réaménagement de la carrière

Les niveaux significatifs sur le site sont les suivants :

- Le terrain naturel est aux alentours des cotes 176-178 m NGF.
- Les PHEC sur le site sont comprises entre les cotes 180.50 et 179.50 m NGF.
- Le niveau de la nappe quant à elle varie entre 172 et 176 m NGF.

L'exploitation s'effectuera sur 30 ans, en 6 phases dont la progression est donnée sur la carte suivante :

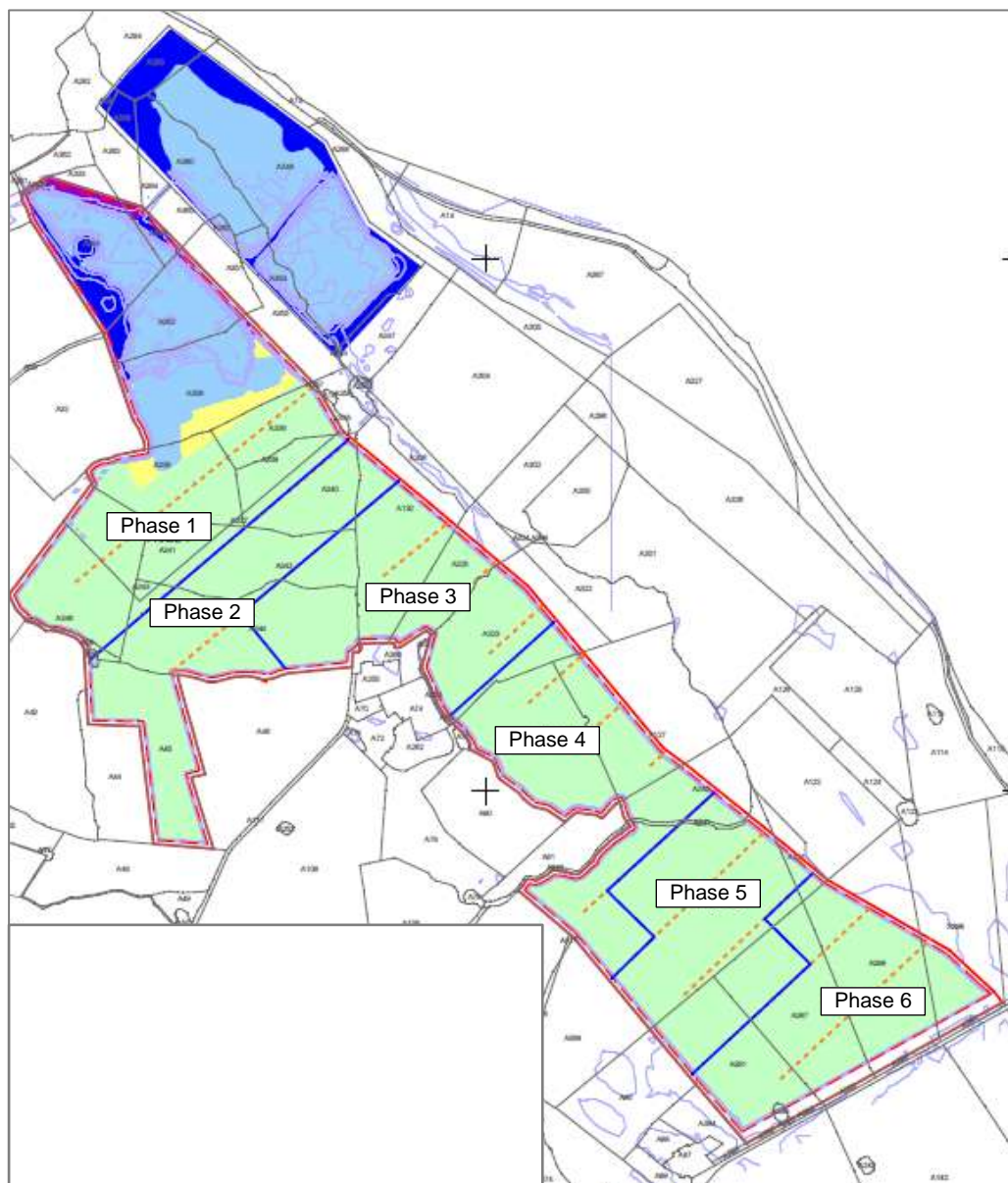


Figure 1-3 : Phasage quinquennal de l'exploitation

1.2 OBJET DE L'ETUDE

La société Eqiom a missionné hydratec afin de réaliser l'étude hydraulique et hydrogéologique de ce projet en phase exploitation et après réaménagement.

D'un point de vue hydraulique, les questions portent sur :

- la transparence des écoulements en cas de crue de la Loire
- les éventuels problèmes d'érosion des berges et de capture de la Loire par la gravière

Les questions relevant de l'hydrogéologie portent sur :

- l'impact de la gravière sur la nappe
- les éventuels problèmes liés à une pollution accidentelle

Les objectifs de l'étude sont donc les suivants :

- caractériser l'état initial du site (contexte hydraulique et hydrogéologique),
- analyser les impacts hydrauliques et hydrogéologiques du projet en cours d'exploitation et après réaménagement final,
- définir des mesures compensatoires qui permettraient d'intégrer, au mieux, le projet dans son environnement,
- analyser des impacts cumulés avec les carrières en cours d'exploitation.

Afin de réaliser la présente étude, les outils mis en œuvre sont les suivants :

- une modélisation hydraulique des écoulements de la Loire en crue à l'aide du logiciel HydraRiv développé et commercialisé par hydratec,
- une modélisation hydrogéologique des écoulements souterrains à l'aide du logiciel Visual Modflow de Schlumberger.

1.3 HISTORIQUE DE L'ETUDE

En 2014-2015, hydratec a réalisé l'étude hydraulique et hydrogéologique de ce projet sur un périmètre de 140 ha. Le dossier a été déposé en mars 2015 auprès des services de l'Etat.

Suite aux remarques de la préfecture de la Nièvre, courrier daté du 24 juillet 2015, le périmètre de la nouvelle carrière a été modifié et réduit à 116 ha.

La présente étude reprend l'analyse menée au cours de l'étude précédente sur le nouveau périmètre de carrière, et répond également aux attentes de l'administration en intégrant notamment les éléments suivants :

- Etude pour les crues de période de retour supérieure à 170 ans
- Etude du risque de capture, avec un niveau plus bas dans les étangs, et avec une montée de crue plus rapide
- Etude de l'impact en cas de rupture du barrage de Villerest
- Etude d'impact d'une pollution accidentelle sur les puits des fermes à l'aide d'un modèle hydrodispersif

2 CADRE REGLEMENTAIRE

2.1 PPRI

Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) pour le secteur compris entre Nevers et St-Léger-des-Vignes a été approuvé par arrêté préfectoral le 5 mars 2003 et modifié en date du 29 septembre 2014.

Les zones inondables ont été définies à partir de l'étude des crues historiques, la crue de référence étant celle de juin 1856.

Les PHEC sur le site sont comprises entre 180.50 et 179.50 m NGF.

Le secteur envisagé pour l'implantation de l'extension est situé en **zone d'aléa fort** (couleur mauve clair) :

- la profondeur de submersion possible est supérieure à 2 mètres, avec une vitesse de courant nulle à faible
- la profondeur de submersion possible est comprise entre 1 et 2 mètres, avec une vitesse de courant moyenne à forte
- une bande de 300 mètres derrière les digues est également classée en aléa fort, compte tenu du risque non nul de rupture aléatoire

Plus précisément, le projet se situe en zone A3 :

La zone A3 est à préserver de toute urbanisation nouvelle. Elle correspond aux zones inondables non urbanisées ou peu urbanisées et peu aménagées, où la crue peut stocker un volume d'eau important et s'écouler en dissipant son énergie.

Elle comprend, en outre, l'ensemble des zones d'aléa très fort, quel que soit leur degré d'urbanisation ou d'équipement.

Dans cette zone, il s'agit d'une part de ne pas aggraver les risques ou de ne pas en provoquer de nouveaux, d'assurer ainsi la sécurité des personnes et des biens et, d'autre part, de permettre l'expansion de la crue.

Les objectifs sont donc :

- la limitation des implantations humaines permanentes
- la limitation des biens exposés
- la préservation des champs d'inondation
- la conservation des capacités d'écoulement des crues

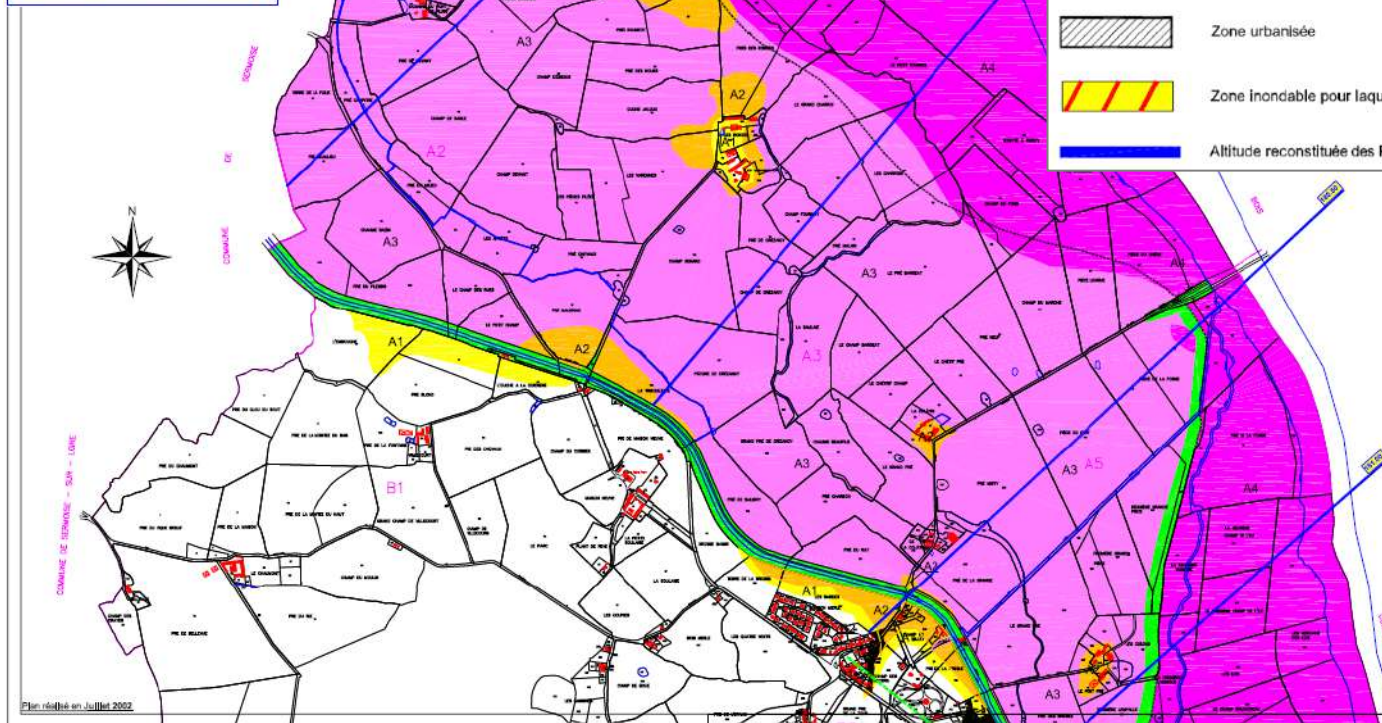
PLAN DE PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION

SECTEUR COMPRIS ENTRE NEVERS ET SAINT-LÉGER DES-VIGNES



Échelle 1/5000
Février 2003

PLAN DE ZONAGE
Planchette Nord Chevenon
PPRI approuvé par arrêté préfectoral en date du 5 mars 2003













-  Aléa faible : profondeur de submersion <1m sans vitesse marquée
-  Aléa moyen : profondeur de submersion comprise entre 1m et 2m avec vitesse nulle à faible ou profondeur de submersion <1m avec vitesse moyenne à forte
-  Aléa fort : profondeur de submersion >2m avec vitesse nulle à faible ou profondeur inférieure à 2m avec vitesse moyenne à forte
Zones de dangers particuliers : bande de sécurité de 300m en arrière des levées
-  Aléa très fort : profondeur de submersion supérieure à 2m avec vitesse moyenne à forte
Zones de dangers particuliers : aval de déversoir, débouché d'ouvrages
-  Levées et remblais
-  Limite du domaine étudié
-  Limite de la zone de divagation
-  Zone urbanisée
-  Zone inondable pour laquelle les aléas n'ont pas été étudiés
-  Altitude reconstituée des PHEC

Figure 2-1 : Carte réglementaire du PPRi

Voici les extraits du règlement du PPRi de la Loire relatifs au projet d'extension de carrière en zone A3 :

ARTICLE A3-1 : MESURES D'INTERDICTION

Tous les travaux, constructions, ouvrages, installations, exploitations des terrains sont interdits, à l'exception de ceux admis aux articles A3-2 et A3-3 ci-dessous, et notamment :

- toute construction nouvelle, toute extension et tout changement de destination d'une construction existante en habitation,
- les sous-sols et les remblais,

...

ARTICLE A3-3 : PROJETS ADMIS ET PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES

A3-3-1 : Constructions et installations

a) Les constructions et installations nouvelles admises ci-dessous doivent être aptes à résister structurellement aux remontées de nappe et à une inondation dont le niveau serait égal aux plus hautes eaux connues.

...

o) L'extraction sur l'emprise des carrières existantes et, en dehors des zones de divagation du fleuve définies sur les plans ci-joints, les nouvelles carrières et l'extension des carrières existantes, dans le respect du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, ainsi que les constructions qui leur sont indispensables (station de criblage, bascule, bureau du gardien, etc...).

Les stocks de matériaux de carrières et les cordons provisoires de terres de découverte doivent être implantés de manière à ne pas gêner l'écoulement des eaux et leur emprise ne doit pas dépasser 50 % de la surface du terrain.

2.2 PLAN LOCAL D'URBANISME

La commune de Chevenon est dotée d'un Plan Local d'Urbanisme, qui est en cours de révision et en concertation depuis septembre 2012.

Les terrains du projet sont situés dans les sections Ni1C :

- Ni1 correspond à une zone naturelle à protéger en raison du site ou du paysage et soumise aux risques d'inondation forts ou très forts.
- Ni1C correspond au secteur de la zone Ni1 potentiellement graviérable.

Le projet est compatible avec le plan.

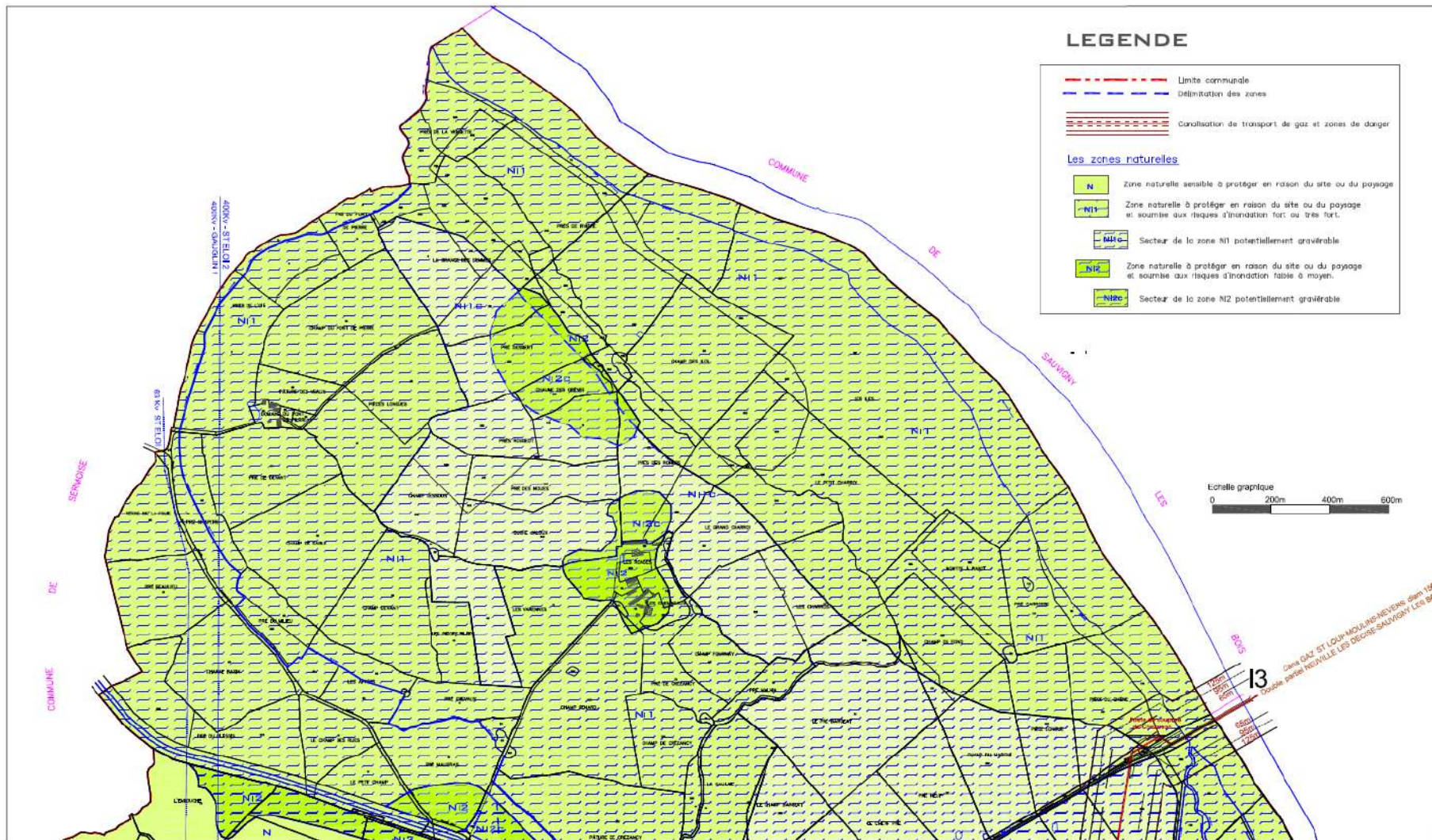


Figure 2-2 : Extrait du Plan Local d'Urbanisme de la commune de Chevenon (partie nord)

2.3 SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES

L'obligation du schéma départemental des carrières a été introduite par la loi n° 93-3 du 4 janvier 1993 qui fixe les grands objectifs :

“Le schéma départemental des carrières définit les conditions générales d’implantation des carrières dans le département. Il prend en compte l’intérêt économique national, les ressources et les besoins en matériaux du département et des départements voisins, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles, la nécessité d’une gestion équilibrée de l’espace, tout en favorisant une utilisation économe des matières premières. Il fixe les objectifs à atteindre en matière de remise en état et de réaménagement des sites (...) Les autorisations d’exploitations de carrières délivrées au titre de la présente loi doivent être compatibles avec le schéma.”

Le nouveau schéma départemental des carrières de la Nièvre (SDC 58) a été approuvé le 21 décembre 2015.

2.4 CONFORMITE AVEC LE SDAGE

Institué par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, le SDAGE établit les orientations de la gestion de l'eau. Il a pour rôle de définir des orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de l'eau et des milieux aquatiques. Il s'agit d'un document de planification opposable aux tiers et s'imposant aux Schémas Départementaux des Carrières qui doivent être mis en compatibilité.

Le SDAGE 2016-2021 du bassin Loire-Bretagne a été approuvé le 18 novembre 2015. Un programme de mesures a été défini, dans la continuité du précédent SDAGE (2010-2015). Elles portent sur les sujets suivants :

- Assainissement des collectivités (qualité de l'eau)
- Agir sur les pollutions diffuses issues de l'agriculture (qualité de l'eau)
- Assainissement des industries (qualité de l'eau)
- Améliorer les milieux aquatiques (milieux aquatiques)
- Réduire les pressions sur la ressource (quantité d'eau)

Les mesures relatives à l'exploitation de carrière sont les suivantes :

Assainissement des industries

| Code du référentiel Osmose | Intitulé long du type d'action (référentiel Osmose) | Descriptif du type d'action (cf. glossaire du référentiel Osmose) | Regroupements proposés dans les graphiques et tableaux de synthèse |
|----------------------------|---|---|---|
| IND0601 | Mettre en place des mesures visant à réduire les pollutions des «sites et sols pollués» (essentiellement liées aux sites industriels) | Cette action porte sur les sites en activité ou arrêtés (dont les sites orphelins) tels que les exploitations minières, les terrils, les centres de stockage, les carrières, les anciens entrepôts industriels, etc. Elle consiste à mettre en place des mesures visant à réduire les pollutions associées à ces sites. | IND06 Mesures de réduction des pollutions des «sites et sols pollués» |

Préserver et restaurer les milieux aquatiques

| Code du référentiel Osmose | Intitulé long du type d'action (référentiel Osmose) | Descriptif du type d'action (cf. glossaire du référentiel Osmose) | Regroupements proposés dans les graphiques et tableaux de synthèse |
|----------------------------|--|--|--|
| MIA0401 | Réduire l'impact d'un plan d'eau ou d'une carrière sur les eaux superficielles ou souterraines | Cette action consiste à intervenir sur un plan d'eau ou une carrière ayant un impact négatif sur l'état d'une eau superficielle ou souterraine. Elle inclut les travaux ainsi que les études et l'éventuel suivi réglementaire associés. | MIA04 Mesures de gestion des plans d'eau |
| MIA0402 | Mettre en oeuvre des opérations d'entretien ou de restauration écologique d'un plan d'eau | Cette action consiste à restaurer un plan d'eau dont l'état doit être amélioré (masse d'eau à risque ou en mauvais état) ou à réhabiliter écologiquement une ancienne carrière ou gravière. Elle inclut les travaux ainsi que les études et l'éventuel suivi réglementaire associés. | |

La présente étude hydrogéologique et hydraulique, réalisée par hydratec, permet de déterminer l'impact du projet sur le fonctionnement de la nappe contenue par les alluvions de la Loire et sur l'écoulement des crues. Elle répond également à la question d'une pollution accidentelle.

2.5 ESPACE DE MOBILITE DE LA LOIRE

2.5.1 Notions d'espace de mobilité

« Les cours d'eau à dynamique active sont caractérisés par une diversité géomorphologique dont le moteur est l'érosion des berges et la migration latérale du chenal vif. En particulier, pour les rivières à méandres, le chenal vif se déplace en érodant sa rive concave et en déposant des sédiments en transit sur sa rive convexe.

Ces processus d'érosion, transport de sédiments, dépôt, recoupement de méandre, ont pour effet de créer, détruire, recréer, à une échelle de temps comprise entre 10 et 100 ans en moyenne (fréquence extrêmement variable selon les cours d'eau), une diversité de milieux dont la grande richesse écologique tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage sous forme de mosaïque sur une surface relativement restreinte (parfois seulement quelques milliers de m²) » (Malavoi et al., 1998).

La préservation de la dynamique latérale de la Loire rend également de nombreux autres « services » de façon directe ou indirecte :

- Elle permet des échanges sédimentaires entre la Loire et sa plaine alluviale, ainsi qu'un ajustement de la forme en plan et du profil en long, et par conséquent limite la vitesse d'incision de son lit.
- Elle contribue à la qualité et la disponibilité de la ressource en eau potable (nappe alluviale).
- Elle limite le risque de déstabilisation des ouvrages d'art sur les secteurs en déficit sédimentaire.
- Elle contribue à la qualité paysagère de la Loire.

Les principaux risques liés à l'implantation de carrières en lit majeur, au sein de l'espace de mobilité fonctionnel, sont :

- Le blocage de la dynamique latérale du cours d'eau du fait des protections de berges (ou digues). Cette contrainte réduit l'intérêt écologique du tronçon impacté (cf. illustration N°7).
- Le risque de capture du chenal par la gravière (cf. illustrations N°6, N°8 et N°9) qui peut conduire au piégeage de la charge de fond en transit pendant plusieurs années, créant ainsi un déficit d'apports d'alluvions en aval et générant d'importants processus d'érosion progressive et régressive du fond du lit. Ces mécanismes engendrent des impacts forts, aussi bien du point de vue écologique que du point de vue économique (effondrement de ponts, abaissement du toit de la nappe alluviale, etc.). Sur la zone d'étude, des processus actifs d'érosion ont été constatés à proximité de 3 gravières (cf. illustration N°10); ainsi, le lit vif de la Loire va se rapprocher des plans d'eau et augmenter le risque de capture.

2.5.2 Contexte réglementaire

L'arrêté ministériel du 24 janvier 2001 stipule dans son article 2 que « les exploitations de carrières de granulats sont interdites dans l'espace de mobilité du cours d'eau. L'espace de mobilité du cours d'eau est défini comme l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le lit mineur peut se déplacer. L'espace de mobilité est évalué par l'étude d'impact en tenant compte de la connaissance de l'évolution historique du cours d'eau et de la présence des ouvrages et aménagements significatifs, à l'exception des ouvrages et aménagements à caractère provisoire, faisant obstacle à la mobilité du lit mineur. Cette évaluation de l'espace de mobilité est conduite sur un secteur représentatif du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau en amont et en aval du site de la carrière, sur une longueur minimale totale de 5 kilomètres. »

2.5.3 Etude Dreal Bourgogne

En 1997, les bureaux d'études Epteau et Horizons ont réalisé une étude de la Loire entre Villerest et le bec d'Allier. Dans le volet géomorphologique, figurait l'espace de liberté optimal de la Loire entre Villerest et le bec d'Allier.

En 2014, la Dreal Bourgogne a sollicité l'appui technique du service Loire et bassin Loire-Bretagne de la Dreal Centre afin d'intégrer les enjeux liés à l'espace de mobilité de la Loire dans la démarche de révision du schéma départemental des carrières de la Nièvre.

L'objectif de l'étude était donc de proposer une délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel de la Loire afin de mettre en œuvre des dispositions de l'article 11 de l'arrêté du 22 septembre 1994, modifié par l'arrêté du 24 janvier 2001.

Quatre raisons ont motivé la révision de l'espace de mobilité de la Loire de 1997 :

1. Les dispositions législatives interdisant l'implantation des gravières au sein de l'espace de mobilité des cours d'eau ne datant que de 2001, plusieurs gravières ont pu s'implanter ou s'étendre au sein de l'espace fonctionnel de la Loire tel que défini en 1997. Afin de limiter les risques liés à ces aménagements, il était nécessaire de redélimiter l'espace de mobilité fonctionnel de la Loire au droit de ces installations.
2. De nouvelles dynamiques ou évolutions, non prévisibles en 1997, ont conduit (ou risquent de conduire) la Loire à éroder sa plaine alluviale au-delà de l'espace de mobilité fonctionnel, tel qu'il a été défini en 1997.
3. Les nombreux inventaires faunistiques et floristiques engagés après 1997 ont permis de mieux prendre en compte la qualité écologique des milieux alluviaux.
4. Si les hypothèses qui prévalaient jusqu'alors conduisaient à considérer les digues comme des éléments intangibles, les réflexions actuelles autorisent à envisager, le cas échéant, que certains ouvrages puissent être supprimés.

2.5.4 Détermination de l'espace de mobilité

La démarche retenue s'est appuyée sur le guide de détermination de l'espace de liberté des cours d'eau (Malavoi et al., 1998). Les principales étapes ont été :

- le découpage de la zone d'étude en tronçons géomorphologiques homogènes,
- l'identification de l'espace de mobilité maximal,
- la détermination et la délimitation de l'amplitude d'équilibre,
- l'identification d'espaces de divagation restreints par des protections de berges,
- l'évaluation des érosions probables à moyen terme,
- l'identification de zones à fort intérêt écologique, en lien avec la dynamique du fleuve,
- l'identification des enjeux socio-économiques majeurs ne pouvant pas être remis en question,
- la délimitation finale de l'espace de mobilité fonctionnel de la Loire sur la zone d'étude

La carte ci-après correspond à un extrait des planches 7 et 8 et présente les différents critères géomorphologiques et enjeux socio-économiques qui ont conduit à la définition de l'espace de mobilité fonctionnel de la Loire.

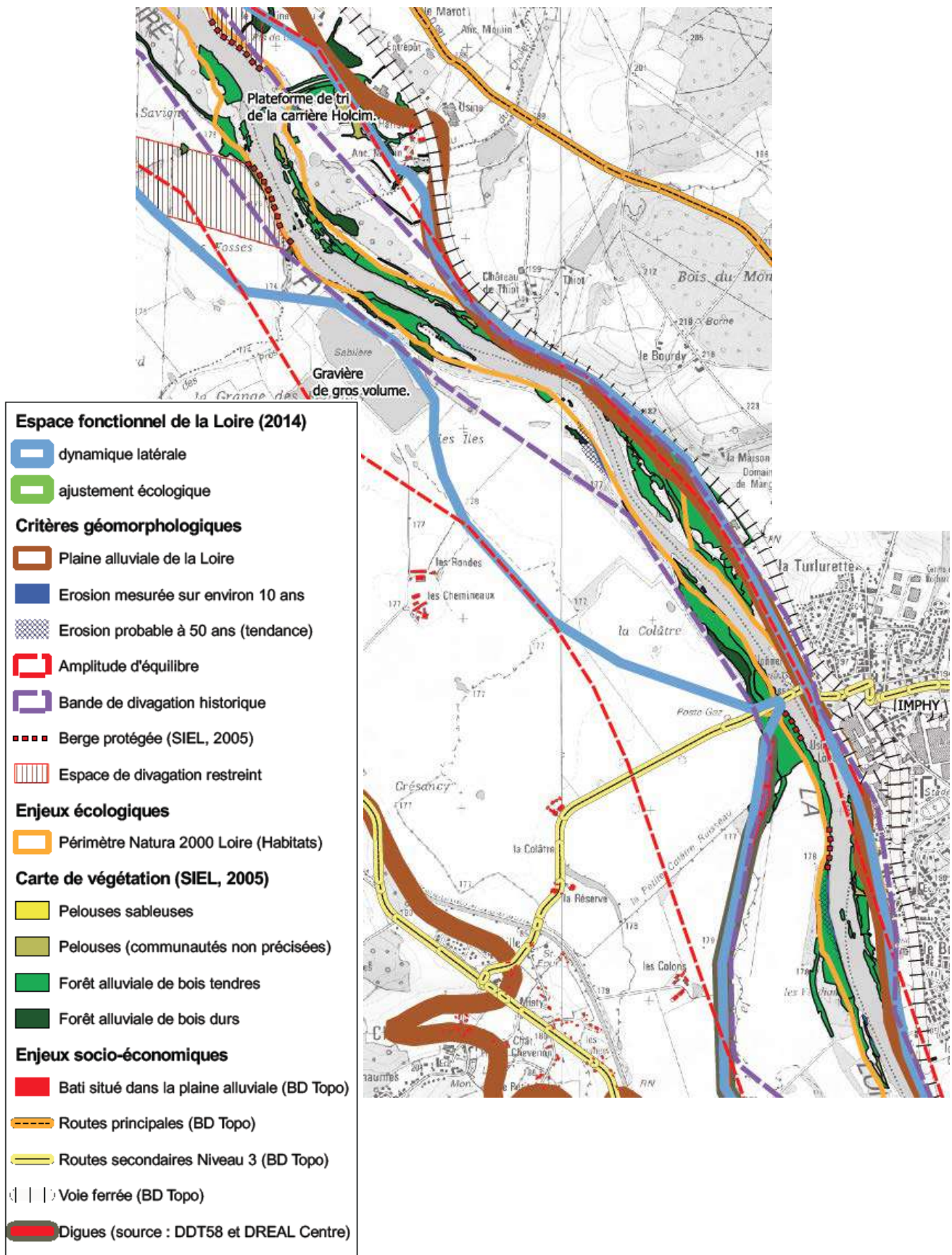


Figure 2-3 : Carte des critères géomorphologiques et des enjeux (source Dreal Bourgogne 2014)

L'étude Dreal aboutit à la définition de l'espace de mobilité fonctionnel de la Loire au droit de Chevenon :

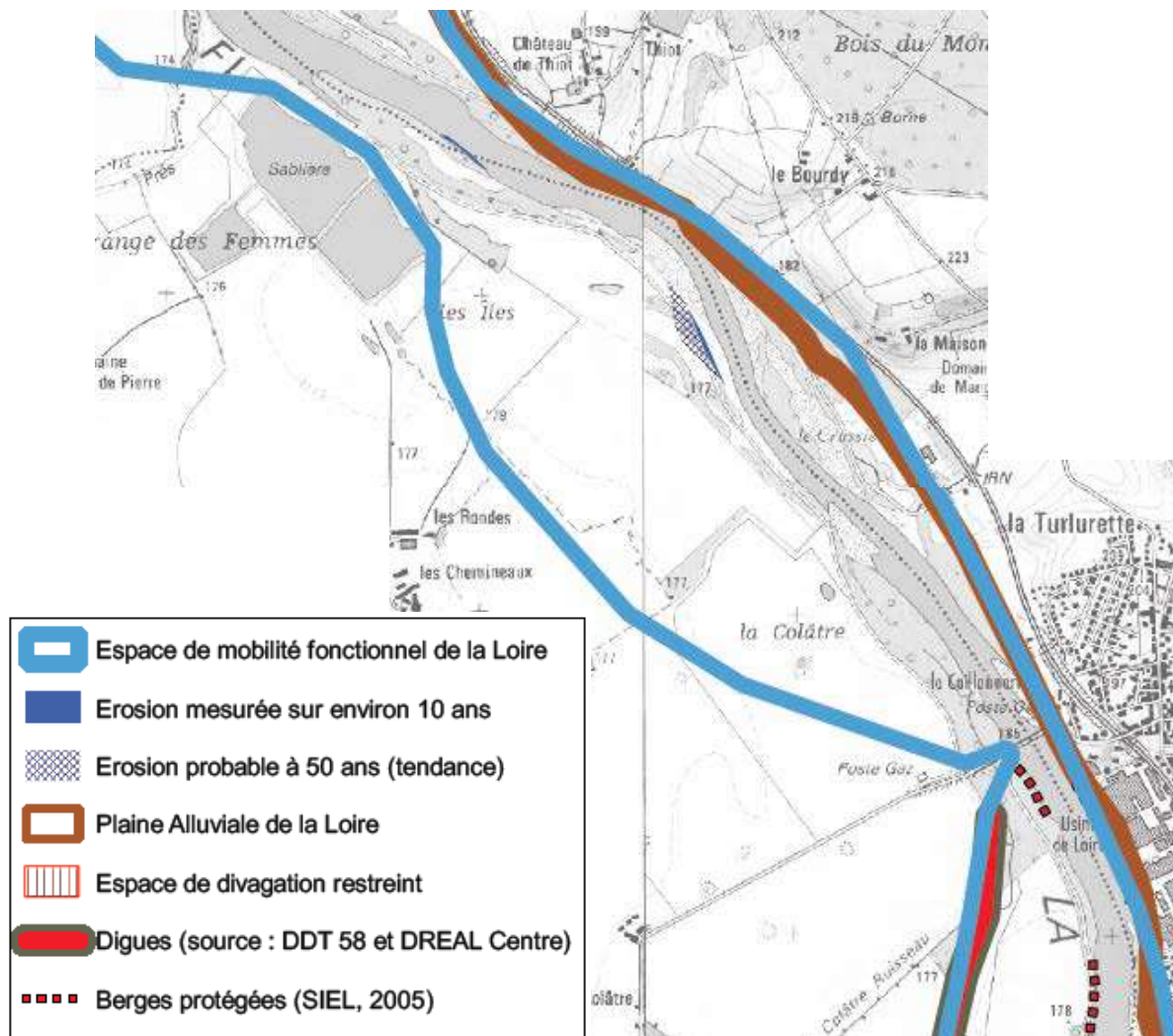


Figure 2-4 : Espace de mobilité fonctionnel de la Loire (source Dreal Bourgogne 2014)

D'après cette carte, il apparaît que le site est une zone stable : il y a peu d'érosion prévue dans les 50 prochaines années.

2.5.5 Comparaison de l'emprise du projet avec l'espace de mobilité

L'emprise du projet d'extension de la carrière de Chevenon se situe en dehors de l'espace de divagation de la Loire :

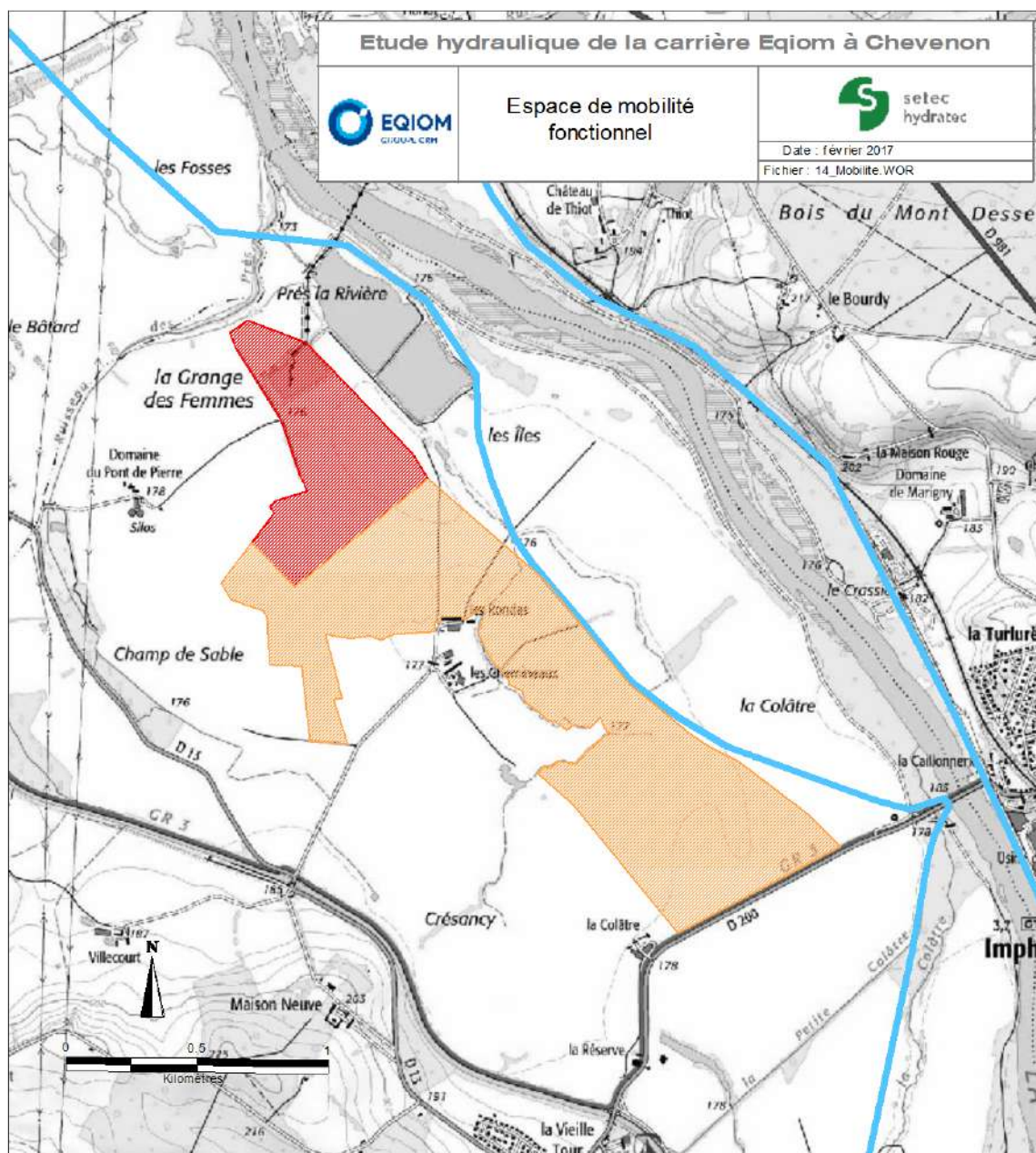


Figure 2-5 : Comparaison de l'emprise du projet avec l'espace de mobilité

Tout projet situé en dehors de cette bande est assuré, pour une échelle de temps relativement longue (largement au-delà du siècle), de ne pas interférer avec les processus géomorphologiques de la Loire.

2.6 IMPACTS CUMULES

Le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements stipule dans son article R122-5. II 4°) que l'étude d'impact doit faire une **analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus**. Ces projets sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- Ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique,
- Ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Nous avons eu connaissance du projet de Lafarge d'ouverture de carrière de même envergure (environ 140 ha). Il est situé sur la même commune, de l'autre côté de la RD de Imphy à Chevenon, en zone Natura 2000.

Ce projet n'a pas abouti suite à l'Arrêté Préfectoral en date du 29/08/2014.

Il n'a donc pas été étudié dans le présent rapport les impacts cumulés des deux projets de carrière Eqiom et Lafarge sur la commune de Chevenon.

3 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

3.1 PRESENTATION DU SITE

Le secteur d'étude, situé dans le lit majeur en rive gauche de la Loire, est délimité à l'amont par la RD200, à l'Ouest par le canal latéral et à l'aval par le pré de Savigny. hydratec a réalisé deux visites de terrain le 25 novembre 2013 et le 11 avril 2014 (2 ingénieurs étaient présents à chaque visite).

Les photographies prises lors de ces deux visites sont localisées sur la figure suivante.

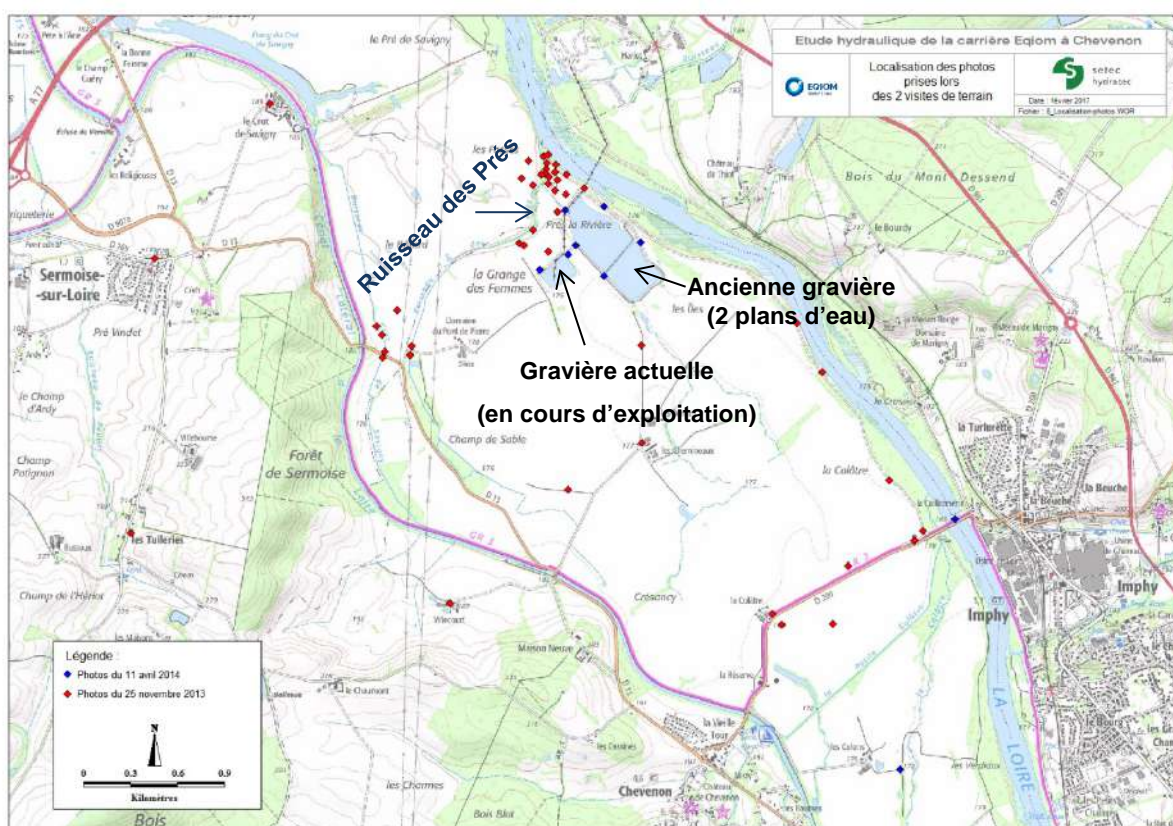


Figure 3-1 : Localisation des photographies prises par hydratec lors de ces visites de terrain

Le secteur d'étude est caractérisé par la présence du ruisseau des Prés qui longe la RD13 puis bifurque vers le Nord-Est pour rejoindre la Loire. La gravière en cours d'exploitation et l'ancienne gravière, aujourd'hui constituée de 2 plans d'eau sont toutes deux connectées au ruisseau des Prés.

Quelques photographies du ruisseau des Prés et de la Loire sont présentées ci-après.



Figure 3-2 : Photographies du ruisseau des Prés - hydratec



Figure 3-3 : Photographies de la Loire - hydratec

Ces visites ont permis :

- de valider la topographie transmise,
- de recueillir des informations sur le régime de débordement de la rivière, les points de mise en eau,
- de réaliser un inventaire des ouvrages de franchissement existants à proximité de la zone d'étude,
- de visualiser les cheminements d'eau préférentiels dans les thalwegs et les points d'exutoire,
- de définir les paramètres hydrauliques à prendre en compte dans les calculs pour restituer numériquement les écoulements de la Loire dans la zone d'étude (cf 3.2.6),
- d'échanger avec les exploitants d'Eqiom.

Il a été porté une attention particulière aux différents ouvrages existants ayant un rôle dans le fonctionnement hydraulique des gravières (ouvrages de connexion entre le ruisseau des Prés et les gravières et entre les gravières elles-mêmes). Ces ouvrages sont présentés sur les figures suivantes. Chaque ouvrage est localisé en rouge sur la vue aérienne de gauche et la photographie associée à celui-ci est présentée en vis à vis. Ces ouvrages ont été pris en compte dans la modélisation hydraulique (cf 3.2.4).



Figure 3-4 : Liaison ruisseau des Prés – gravière actuelle (fossé Lr3)

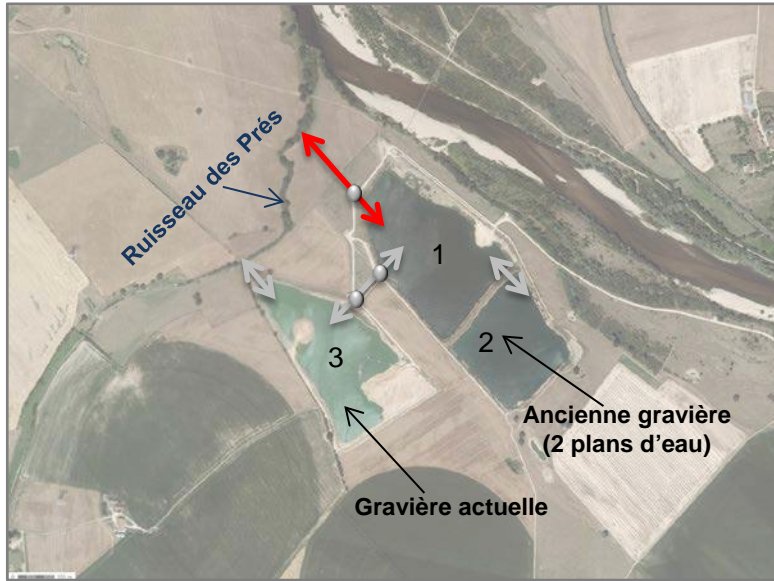


Figure 3-5 : Liaison ruisseau des Prés – ancienne gravière (fossé Lr1)

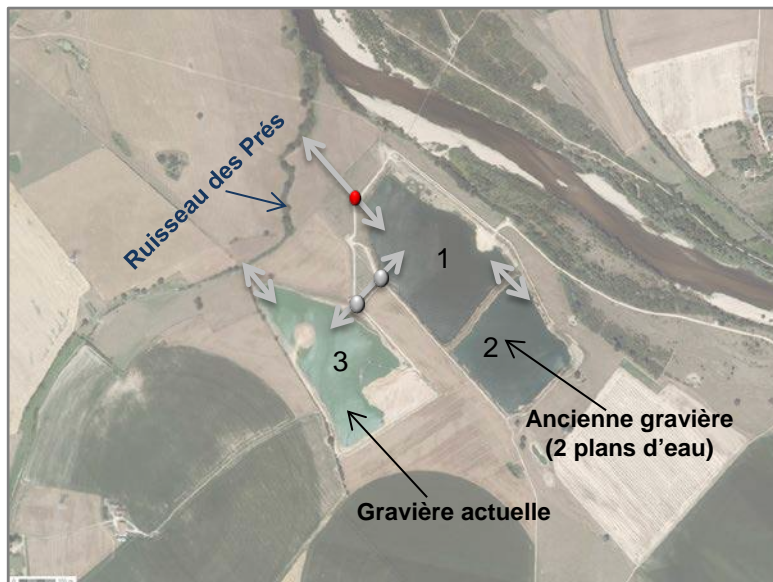


Figure 3-6 : Liaison ruisseau des Prés – ancienne gravière (2 Ø 1500mm sur Lr1)

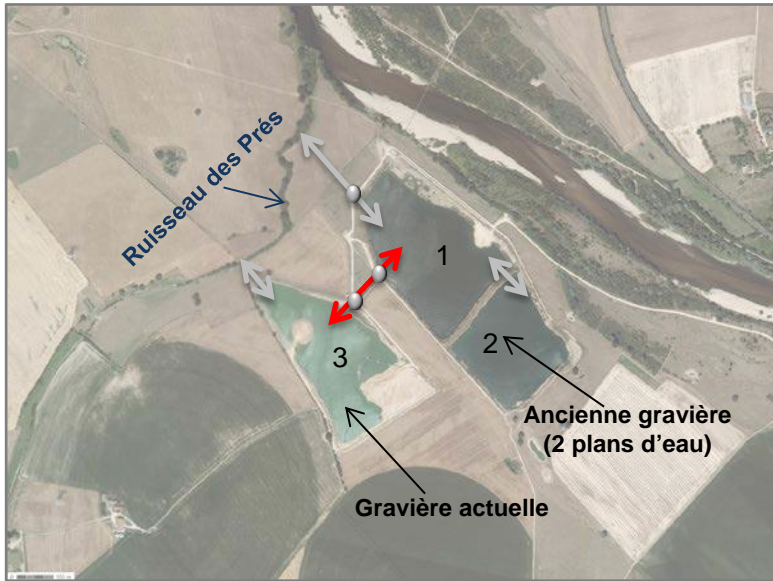


Figure 3-7 : Liaison gravière actuelle – ancienne gravière (fossé L13)

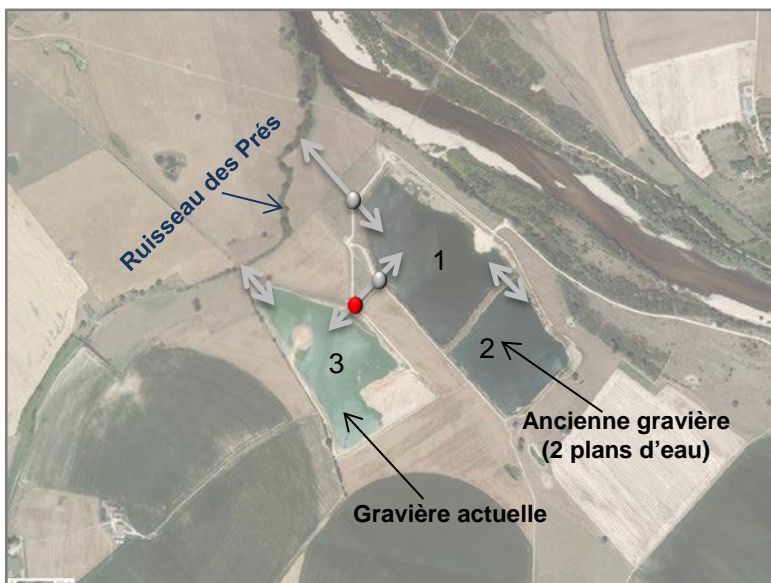


Figure 3-8 : Liaison gravière actuelle – ancienne gravière (2Ø 1500mm sur L13)