

Couleur d'un jour Tempo EDF

J. Lemaire

Octobre 2024

1 Contrat Tempo EDF

EDF propose maintenant à ses clients particuliers l'option **Tempo** qui fait varier le tarif de la consommation d'électricité en fonction de la couleur du jour (Bleu, Blanc, Rouge) et du type d'heure (Creuse ou Pleine)¹.

Dans une année, il y a :

- 300 jours Bleu
- 43 jours Blanc
- 33 jours Rouge

Cette couleur est déterminée chaque jour vers 10h30 pour le lendemain par RTE² et le calendrier des couleurs journalières peut être consulté^{3 4} ; voici par exemple ce qu'on obtient en France métropolitaine :

En ce moment



¹ <https://particulier.edf.fr/fr/accueil/gestion-contrat/options/tempo/details.html>

² Réseau de Transport d'Electricité

³

⁴ <https://www.services-rte.com/fr/visualisez-les-donnees-publiees-par-rte/calendrier-des-offres-de-fourniture-de-type-tempo.html>

Pour l'option Tempo, les heures sont réparties chaque jour comme suit :

- De 0h à 6h : heure Creuse
- De 6h à 22h : heure Pleine
- De 22h à 0h : heure Creuse

La grille des tarifs en vigueur actuellement (depuis le 1^{er} février 2024)⁵ permet de comparer les 3 offres du Tarif Bleu :

- Option de **Base**
- Option **Heures Creuses**
- Option **Tempo**

Voici par exemple les tarifs actuels pour un abonnement de 9kVA :

Option	Abonnement mensuel TTC (€)	Prix du kWh TTC (€)					
		Heure Pleine			Heure Creuse		
		Jour Bleu	Jour Blanc	Jour Rouge	Jour Bleu	Jour Blanc	Jour Rouge
Base	15,79	25,16					
Heures creuses	16,70	27,00			20,68		
Tempo	16,16	16,09	18,94	75,62	12,96	14,86	15,68

On constatera ici que, si les tarifs de l'abonnement sont proches, ceux de la consommation sont très différents ; par exemple, en heure **Pleine** entre l'option de **Base** et l'option **Tempo**, on note :

- -36% pour un jour **Bleu**
- -25% pour un jour **Blanc**
- +200% pour un jour **Rouge**

Il importera donc de bien connaître la couleur du jour et celle du lendemain si l'on souhaite profiter des avantages de l'option Tempo.

A noter également que la couleur d'un jour Tempo ne s'applique qu'à partir de 6h et ce jusqu'à 6h le lendemain ; chaque jour, c'est donc la couleur du jour précédent qui s'appliquera entre 0h et 6h ; par exemple, comme le calendrier de **Février 2024** indique :

- 11/02/2024 jour **Bleu**
- 12/02/2024 jour **Rouge**
- 13/02/2024 jour **Blanc**

les tarifs horaires à appliquer, décalés de 6h, seront les suivants :

	0h	6h	0h	6h	0h
Jour	12-févr			13-févr	
Tarifs	HC	HP	HC	HP	

⁵ https://particulier.edf.fr/content/dam/2-Actifs/Documents/Offres/Grille_prix_Tarif_Bleu.pdf

2 API Tempo Like Supply Contract

Il y a quelques mois, on pouvait encore obtenir très simplement la couleur Tempo d'un jour, en appelant un service EDF avec l'URL suivante, où il suffisait de renseigner la date de ce jour sous la forme YYYY-MM-DD :

<https://particulier.edf.fr/services/rest/referentiel/searchTempoStore?dateRelevant=YYYY-MM-DD>

Malheureusement ce service ne fonctionne plus et il faut maintenant appeler une API plus complexe, publiée par RTE, **Tempo Like Supply Contract**, décrite dans le catalogue des API RTE dédiées à la consommation⁶ :



En cliquant sur **Découvrir l'API**, on affiche sa page Web⁷ :



En cliquant sur le lien **Guide utilisateur de l'API**, on peut faire afficher son manuel d'utilisation et le télécharger en format pdf⁸. Il décrit le moyen d'obtenir la couleur d'un ou plusieurs jours, en formulant une requête HTTP GET à laquelle le serveur répondra, dans un format JSON⁹ ; par exemple, voici ce qu'on obtient comme réponse quand on demande la couleur des 11, 12 et 13 février 2024 :

⁶ <https://data.rte-france.com/catalog/consumption>

⁷ <https://data.rte-france.com/catalog/-/api/consumption/Tempo-Like-Supply-Contract/v1.1>

⁸ https://data.rte-france.com/documents/20182/224298/FR_GU_API_Tempo_Like_Supply_Contract_v01.02.pdf

⁹ Java Script Object Notation.

```

{
  "tempo_like_calendars": {
    "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
    "end_date": "2024-02-14T00:00:00+01:00",
    "values": [
      {
        "start_date": "2024-02-13T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-14T00:00:00+01:00",
        "value": "WHITE",
        "updated_date": "2024-02-12T10:20:00+01:00"
      },
      {
        "start_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-13T00:00:00+01:00",
        "value": "RED",
        "updated_date": "2024-02-11T10:20:00+01:00"
      },
      {
        "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
        "value": "BLUE",
        "updated_date": "2024-02-10T10:20:00+01:00"
      }
    ]
  }
}

```

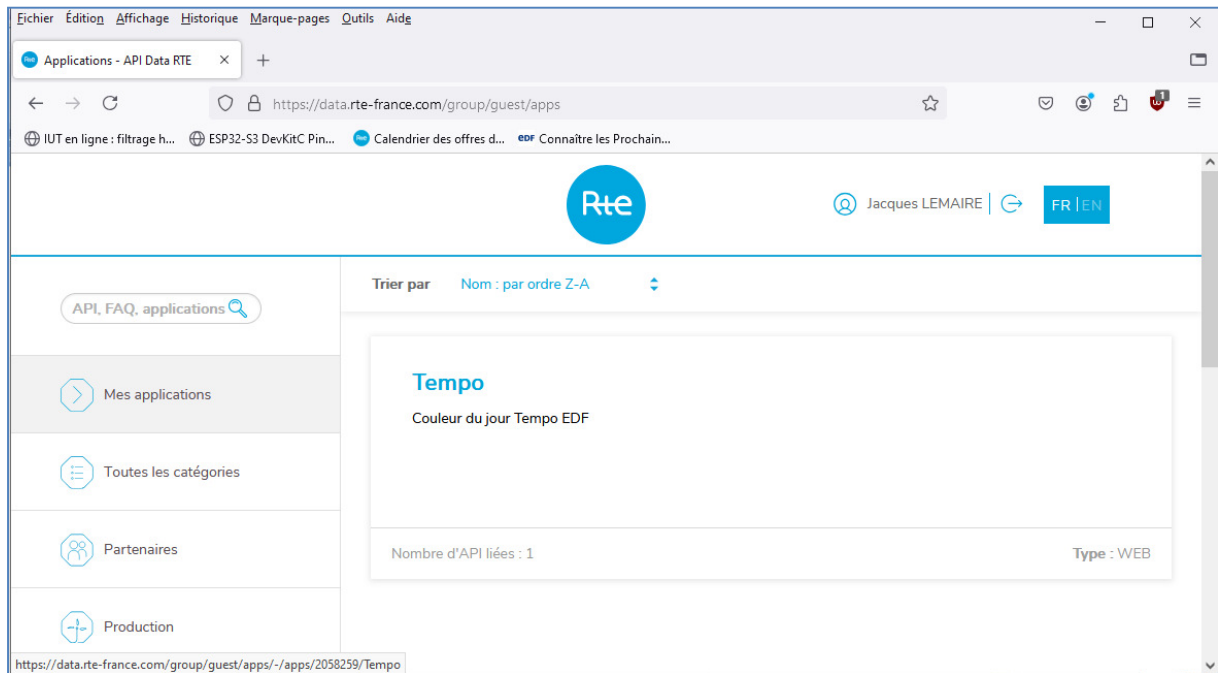
Pour formuler avec succès de telles requêtes, il faut commencer par s'abonner à l'API en cliquant sur **Abonnez-vous à l'API** ; la page qui s'affiche demande une connexion à un compte RTE, si ce n'est pas déjà fait :

The screenshot shows a login and registration interface for RTE. On the left, under 'Vous avez un compte ?', there are input fields for 'Email' and 'Mot de passe', a checkbox for 'Se souvenir de moi', a 'Me connecter' button, and a link for 'Mot de passe oublié ?'. On the right, under 'Vous n'avez pas encore de compte ?', there is a prompt to create an account, a user icon with the text 'En vous créant un compte, vous accéderez aux API', a cube icon with the text 'Testez en live une API', and a 'Créer mon compte' button. The RTE logo is in the top left corner.

Quitte à re cliquer à nouveau sur **Abonnez-vous à l'API**, on est alors conduit à créer une **Application** :

The screenshot shows the 'CRÉER UNE APPLICATION' form. It has a light blue background. The 'Nom' field contains 'Tempo'. The 'Type' section has two radio buttons: 'Web / Serveur' (selected) and 'Mobile'. The 'Description' field contains 'Couleur du jour Tempo EDF'. At the bottom is a blue 'Valider' button.

Celle-ci apparaîtra alors dans la liste **Mes applications** :



En cliquant dessus, on constate que celle-ci est caractérisée par un **ID Client** et un **ID Secret** :



Dans notre cas :

ID Client = 508-----6c3

ID Secret = c35-----bc0

Pour la suite, il sera utile de récupérer leur **codage en base 64**, en cliquant sur **Copier en base 64** :

NTA-----A==

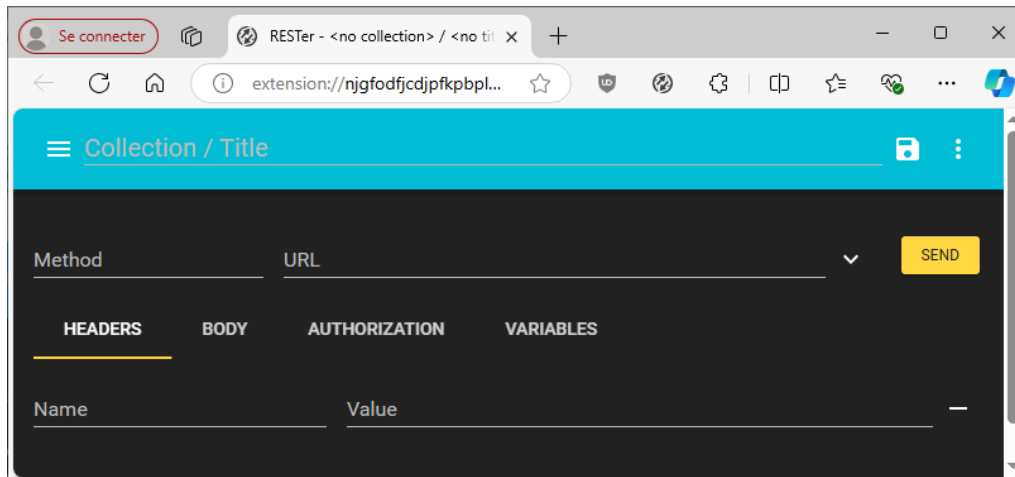
En fait, c'est la seule information permanente qu'il faudra connaître dans ce qui suit et il sera donc inutile de recommencer à nouveau les étapes précédentes à l'avenir.

3 Accès à l'API avec un navigateur Internet

La documentation de l'API¹⁰, décrit la démarche à utiliser pour récupérer la couleur Tempo d'un ou plusieurs jours :

- Demander un Jeton d'accès à durée limitée (2h)
- Utiliser ce jeton pour demander la couleur d'un ou plusieurs jours

Dans les 2 cas, il suffit de formuler une **requête HTTP GET**, avec une autorisation adéquate. Ceci peut se faire avec un navigateur Internet, doté d'une extension had hoc ; dans le cas de Microsoft **Edge**, on peut utiliser l'extension **RESTer**¹¹ :



3.1 Obtention d'un jeton d'accès

Pour demander un jeton d'accès à durée limitée, il suffit de créer une requête **GET** avec les paramètres suivants :




- URL : <https://digital.iservices.rte-france.com/token/oauth/>
- Header :

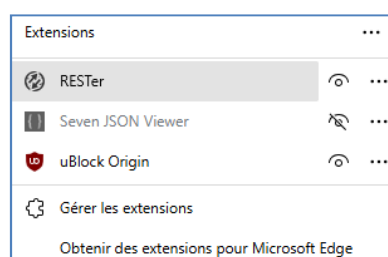
Accept=application/json

Authorization=Basic NTA-----A==

(codage en base 64 de l'autorisation précédemment obtenue dans l'**Application**)

¹⁰ https://data.rte-france.com/documents/20182/224298/FR_GU_API_Tempo_Like_Supply_Contract_v01.02.pdf

¹¹ On peut l'ajouter avec la commande **.../Extensions** et, la lancer en cliquant sur son icône  après l'avoir ajoutée à la barre d'outils d'Edge. Pour l'ajouter à la barre d'outils, il suffit d'ajouter l'icône des Extensions  à cette barre (avec la commande **.../Paramètres/Apparence/Personnaliser la barre d'outils/Sélectionner les boutons à afficher dans la barre d'outils**) puis, en cliquant dessus, d'activer la visibilité de **RESTer** dans cette barre  :



Requests / Token

Method: GET URL: https://digital.iservices.rte-france.com/token/oauth/ [SEND]

HEADERS BODY AUTHORIZATION VARIABLES

Name	Value
Accept	application/json
Authorization	Basic NTA

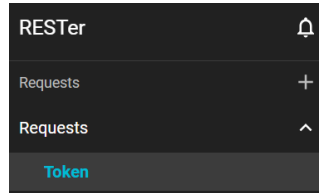
En cliquant sur **SEND**, on obtient la réponse suivante du serveur, en format JSON, contenant le jeton recherché :

Response **200 OK**

```
{
  "access_token": "dtYCdWtoLPhCG0fZLjA3PyQtsAXe0o62aX0ydJ1g84oySw2ame6fID",
  "token_type": "Bearer",
  "expires_in": 7200
}
```

Remarques

- Comme on pourra être conduit à reformuler cette requête quand le jeton obtenu sera obsolète, on aura intérêt à l'enregistrer dans **Requests/Token** :



- On aurait pu également utiliser directement les valeurs de **ID Client** et **ID Secret** obtenues lors de la création de l'application **Tempo** : il suffit de définir une **AUTHORIZATION** de type **Basic**, en passant ces valeurs dans les champs à renseigner :
 - User name**=508-----6c3
 - Password**= c35-----bc0

(ID Client et ID Secret de l'Application)

On crée ainsi un jeton d'accès permanent de type **Basic** que l'on sauvegarde ici sous le nom **Token** :

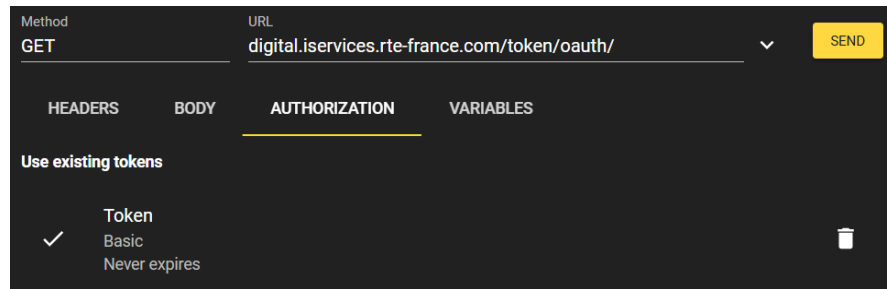
Title: Token

User name: 508

Password: c35

CANCEL SAVE

Pour l'utiliser dans la requête, il suffit de la sélectionner :



En fait cette technique conduit à la même requête que précédemment car, utiliser le jeton **Token**, revient à ajouter la ligne suivante dans les **HEADERS** :



3.2 Obtention de la couleur d'un ou plusieurs jours

D'après la documentation de l'API **Tempo Like Supply Contract**¹², pour obtenir la couleur Tempo d'un ou plusieurs jours, il suffit de formuler une requête **GET**, avec les paramètres suivants :

- URL : https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=<Date début>&end_date=<Date fin>
- Header :
Accept=application/json
Authorization=Bearer <Jeton d'accès>

Les dates doivent être écrites en format ISO 8601¹³ :

YYYY-MM-DDTHH:MM:SS±hh:mm

où **HH:MM:SS** est l'**heure locale** et **±hh:mm** précise son **décalage**, par rapport à l'**heure UTC**, dû au fuseau horaire et à l'heure d'été ; par exemple, dans le cas de la zone de Paris, on aura :

- **±hh:mm** = +02 :00 en heure d'été
- **±hh:mm** = +01 :00 en heure d'hiver

Quand on a bien compris cette complication qui paraît inutile¹⁴ car les dates à fournir sont toujours de la forme :

YYYY-MM-DDT00:00 00±hh:mm

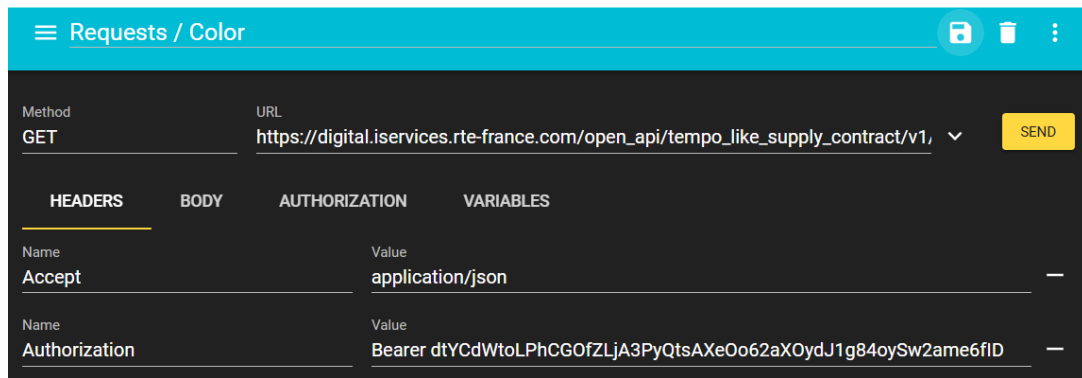
un peu inutile, on peut créer la requête HTTP permettant d'obtenir les couleur Tempo des jours J-1, J et J+1 le 12 février 2024 à Nice (fuseau horaire de Paris et heure d'hiver donc), en utilisant le jeton d'accès précédemment obtenu et l'URL suivante :

https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=2024-02-11T00:00:00+01:00&end_date=2024-02-14T00:00:00+01:00

¹² https://data.rte-france.com/documents/20182/224298/FR_GU_API_Tempo_Like_Supply_Contract_v01.02.pdf

¹³ https://fr.wikipedia.org/wiki/ISO_8601

¹⁴ Les temps qui interviennent ici ne sont jamais ambigus si on ne précise que leur date. Cf. <https://github.com/jlemaire06/Times-and-ESP32> pour une justification.



qui conduit à la réponse du §3.1 :

Response **200 OK**

```
{
  "tempo_like_calendars": {
    "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
    "end_date": "2024-02-14T00:00:00+01:00",
    "values": [
      {
        "start_date": "2024-02-13T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-14T00:00:00+01:00",
        "value": "WHITE",
        "updated_date": "2024-02-12T10:20:00+01:00"
      },
      {
        "start_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-13T00:00:00+01:00",
        "value": "RED",
        "updated_date": "2024-02-11T10:20:00+01:00"
      },
      {
        "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
        "value": "BLUE",
        "updated_date": "2024-02-10T10:20:00+01:00"
      }
    ]
  }
}
```

Remarques

- Si on demande la couleur Tempo d'un jour, non encore déterminée par RTE, l'API retournera une erreur. Par exemple, voici ce qu'on obtient quand on demande la couleur Tempo du 20 octobre 2024, le 19 octobre 2024 à 9h du matin en France métropolitaine, en utilisant l'URL suivante :

https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=2024-10-20T00:00:00+02:00&end_date=2024-10-21T00:00:00+01:00

Response **400 Bad Request**

```
{
  "error": "TMPLIKSUPCON_TMPLIKCAL_F04",
  "error_description": "The value of \"end_date\" field is incorrect. It is not possible to recover data to this term.",
  "error_uri": "",
  "error_details": {
    "transaction_id": "Id-1166136759b284c0a978d95b"
  }
}
```

On détectera cette situation à l'aide du code HTTP retourné (400 ici).

- On peut s'interroger sur la nécessité de l'indication du temps dans les 2 dates à renseigner. Par exemple, si on demande la couleur Tempo du 12 février 2024, entre 0h et 5h59m59s, avec l'URL suivante :

https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=2024-02-12T00:00:00+01:00&end_date=2024-02-12T05:59:59+01:00

on obtient là encore une erreur :

```
Response 400 Bad Request
...
{
  "error": "TMPLIKSUPCON_TMPLIKCAL_F05",
  "error_description": "The period filled by fields \"start_date\" and \"end_date\" is too short to return values. Please check the user guide to verify the minimum period for this API.",
  "error_uri": "",
  "error_details": {
    "transaction_id": "Id-d1281267753578fb061c1bb0"
  }
}
```

Comme le code HTTP retourné est identique au précédent, il faudra veiller à bien écrire les dates, comme dans l'exemple précité.

4 Accès à l'API avec un microcontrôleur

4.1 Carte ESP32 DevkitC V4¹⁵

Basée ici sur le module **Espressif ESP32-WROOM-32UE**, on peut y connecter une antenne externe 2,4GHz pour améliorer la qualité de la transmission Wifi :



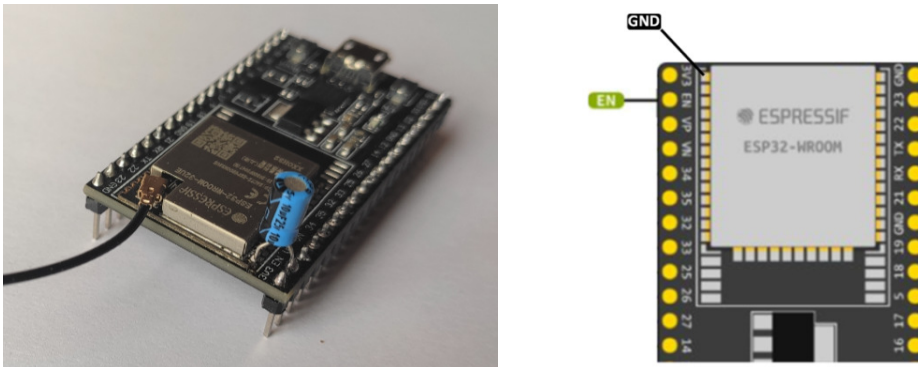
Elle a été programmée avec un PC sous Windows 10, en utilisant l'extension **PlatformIO** de **Visual Studio Code**¹⁶.

Pour y transférer un programme, il suffit de la connecter au PC via son port micro-USB, qui permet également de l'alimenter¹⁷.

¹⁵ <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html#get-started-esp32-devkitc-board-front>

¹⁶ <https://docs.platformio.org/en/stable/integration/ide/vscode.html>

Par contre, ce transfert n'est possible que si la carte est un mode « bootloader » et il faut a priori maintenir enfoncé le bouton « Boot » pendant tout le transfert pour installer ce mode. On peut éviter cela en soudant un condensateur électrolytique de 10µF entre la broche EN de la carte et la patte GND de son module Espressif¹⁸ :



4.2 Programme en C++

Dans **PlatformIO**, on commence par créer un nouveau projet, **Tempo**, adapté au microcontrôleur précédent et incluant la bibliothèque **ArduinoJson** pour décoder les réponses du serveur en format JSON ; ceci crée le fichier **platformio.ini**, où on a précisé le port série à utiliser :

```
[env:esp32dev]
platform = espressif32
board = esp32dev
framework = arduino
monitor_speed = 115200
upload_port = COM6
lib_deps = bblanchon/ArduinoJson@^7.2.0
```

Ensuite, on définit comme suit le fichier **main.cpp** où il faudra préciser les constantes **SSID**, **PWD** et **AUTH** :

```
// Tempo - main.cpp (for PlatformIO)
/*****

Objective
    Obtain Tempo color for a day, using the RTE API Tempo Like Supply Contract.

Steps
    1. Connect to a local network using Wifi.
    2. Send an HTTP GET Request to the RTE API, to obtain an access Token.
    3. Init the time system with a time zone string, to handle local times.
    4. If current local time is required, call an NTP server to init the RTC clock.
    5. Send HTTP GET requests to the RTE API, to obtain different Tempo colors.

NB
    - In steps 2 and 5, decode the JSON data sent by the RTE API.
    - The results are displayed on the serial monitor.

References
    - ESP32-DevKitC V4 and ESP32-WROOM-32UE :
      . https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html
      . https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32e\_esp32-wroom-32ue\_datasheet\_en.pdf
      . https://randomnerdtutorials.com/solved-failed-to-connect-to-esp32-timed-out-waiting-for-packet-header/
    - Wifi :
      . https://randomnerdtutorials.com/esp32-useful-wi-fi-functions-arduino/
    - Current time :
      . https://randomnerdtutorials.com/esp32-date-time-ntp-client-server-arduino/
      . https://randomnerdtutorials.com/esp32-ntp-timezones-daylight-saving/
      . https://github.com/nayarsystems/posix\_tz\_db/blob/master/zones.csv

*****/
```

¹⁷ Outre l'utilisation du port USB, on peut aussi l'alimenter en utilisant ses broches 5V et GND ou bien 3V3 et GND, mais à condition de ne choisir qu'une seule de ces 3 possibilités.

¹⁸ <https://randomnerdtutorials.com/solved-failed-to-connect-to-esp32-timed-out-waiting-for-packet-header/>

```

    . https://sourceware.org/newlib/libc.html#Timefns
    . https://cplusplus.com/reference/ctime/
    . https://github.com/espressif/arduino-esp32/blob/master/cores/esp32/esp32-hal-time.c#L47
- HTTPClient :
    . https://github.com/espressif/arduino-esp32/tree/master/libraries/HTTPClient/src
    . https://randomnerdtutorials.com/esp32-http-get-post-arduino/
- ArduinoJSON :
    . https://github.com/bblanchon/ArduinoJson
    . https://arduinojson.org/v6/doc/
    . https://arduinojson.org/v6/assistant/
    . https://arduinojson.org/v6/how-to/use-arduinojson-with-httpclient/

/*****
Libraries and types
*****/

#include <WiFi.h>
#include <time.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>

/*****
Constants
*****/

// Local network access point
const char *SSID = "-----";
const char *PWD = "-----";

// NTP server (=>UTC time) and Time zone
const char* NTP_SERVER = "pool.ntp.org"; // Server address (or "ntp.obspm.fr", "ntp.unice.fr", ...)
const char* TIME_ZONE = "CET-1CEST,M3.5.0,M10.5.0/3"; // Europe/Paris time zone

// RTE basic authorization
const char *AUTH = "-----";

// Debug print
// #define DEBUG_PRINT

/*****
Global variables
*****/

HTTPClient http;
static char payload[1000];
JsonDocument doc;

/*****
Tool functions
*****/

void setTimeZone(const char *timeZone)
{
    // To work with Local time (custom and RTC)
    setenv("TZ", timeZone, 1);
    tzset();
}

void initRTC(const char *timeZone)
{
    // Set RTC with Local time, using an NTP server
    configTime(0, 0, "pool.ntp.org"); // To get UTC time
    tm time;
    getLocalTime(&time);
    setTimeZone(timeZone); // Transform to Local time
}

bool getCustomTime(const int year, const int month, const int day, const int hour, const int minute, const int
second, tm *timePtr)
{
    // Set a time (date) without DST indication
    *timePtr = {0};
    timePtr->tm_year = year - 1900;
    timePtr->tm_mon = month-1;
    timePtr->tm_mday = day;
    timePtr->tm_hour = hour;
    timePtr->tm_min = minute;
    timePtr->tm_sec = second;
    time_t t = mktime(timePtr);
    timePtr->tm_hour--;
    time_t t1 = mktime(timePtr);
    memcpy(timePtr, localtime(&t), sizeof(tm));
    if (localtime(&t1)->tm_isdst==1)
    {
        if (timePtr->tm_isdst==0) return false; // Ambiguous
        else timePtr->tm_hour--;
    }
    return true;
}

```

```

bool getAccessToken(String *tokenPtr)
{
    // Local variables
    bool okToken = false;
    String url = "https://digital.iservices.rte-france.com/token/oauth/";
    String auth = "Basic " + String(AUTH);
#ifdef DEBUG_PRINT
    Serial.printf("URL : %s\nAuthorization : %s\n", url.c_str(), auth.c_str());
#endif

    // HTTP Get request
    http.begin(url);
    http.setTimeout(1000);
    http.addHeader("Authorization", auth);
    http.addHeader("Accept", "application/json");

    // Send and decode
    if (http.GET() == 200)
    {
        strcpy(payload, http.getString().c_str());
        if (!deserializeJson(doc, payload))
        {
            serializeJsonPretty(doc, payload);
            const char* token = doc["access_token"];
#ifdef DEBUG_PRINT
            Serial.printf("Payload : \n%s\nToken : %s\n", payload, token);
#endif
            *tokenPtr = String(token);
            okToken = true;
        }
    }
    http.end();
    return okToken;
}

bool getTempoDayColor(const int year, const int month, const int day, const String *tokenPtr, String *colorPtr)
{
    // Local variables
    bool okColor = false;
    String url = "https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=YYYY-MM-DDThh:mm:sszzzzz&end_date=YYYY-MM-DDThh:mm:sszzzzz";

    // Copy dates in URL with ISO 8601 format
    tm timeStart; getCustomTime(year, month, day, 0, 0, 0, &timeStart);
    tm timeEnd; getCustomTime(year, month, day+1, 0, 0, 0, &timeEnd);
    strftime((char*)(url.c_str()+112, 23, "%FT%T%Z", &timeStart);
    strftime((char*)(url.c_str()+147, 23, "%FT%T%Z", &timeEnd);
    strcpy((char*)(url.c_str()+134, ":00");
    strcpy((char*)(url.c_str()+169, ":00");
    url[137]='&';
    String auth = "Bearer " + *tokenPtr;
#ifdef DEBUG_PRINT
    Serial.printf("URL : %s\nAuthorization : %s\n", url.c_str(), auth.c_str());
#endif

    // HTTP Get request
    http.begin(url);
    http.setTimeout(1000);
    http.addHeader("Authorization", auth);
    http.addHeader("Accept", "application/json");

    // Send and decode response
    int code = http.GET();
    if (code == 200)
    {
        strcpy(payload, http.getString().c_str());
        if (!deserializeJson(doc, payload))
        {
            serializeJsonPretty(doc, payload);
            const char* color = doc["tempo_like_calendars"]["values"][0]["value"];
#ifdef DEBUG_PRINT
            Serial.printf("Payload : \n%s\nColor : %s\n", payload, color);
#endif
            *colorPtr = String(color);
            okColor = true;
        }
    }
    else if (code == 400 )
    {
        *colorPtr = "UNDEFINED";
        okColor = true;
    }
    http.end();
    return okColor;
}

/*****
  setup and loop functions
*****/

```

```

void setup()
{
    // Open serial port
    Serial.begin(115200);
    while (!Serial);

    // Connect to the Wifi access point
    WiFi.begin(SSID, PWD);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED);
#ifdef DEBUG_PRINT
    Serial.printf("IP=%s RSSI=%d\n", WiFi.localIP().toString(), WiFi.RSSI());
#endif
    Serial.println("\nACCESS TO THE RTE API \"TEMPO LIKE SUPPLY CONTRACT\"");

    // Get access token
    Serial.println("\nGET ACCESS TOKEN");
    String token;
    if (getAccessToken(&token)) Serial.printf("Token : %s\n", token.c_str());
    else
    {
        Serial.println("Error : cannot obtain access token");
        exit(0);
    }

    // Set time zone (not necessary after InitRTC)
    setTimeZone(TIME_ZONE);

    // Custom day Tempo color
    Serial.println("\nGET CUSTOM DAY TEMPO COLOR");
    String color;
    Serial.println("12/2/2024 :");
    if (getTempoDayColor(2024, 2, 11, &token, &color)) Serial.printf("Day J-1 Tempo color : %s\n", color.c_str());
    if (getTempoDayColor(2024, 2, 12, &token, &color)) Serial.printf("Day J Tempo color : %s\n", color.c_str());
    if (getTempoDayColor(2024, 2, 13, &token, &color)) Serial.printf("Day J+1 Tempo color : %s\n", color.c_str());

    // Init RTC with Local time using an NTP server
    initRTC(TIME_ZONE);
    char buf[30];

    // Current day Tempo color
    Serial.println("\nGET CURRENT DAY TEMPO COLOR");
    tm time;
    getLocalTime(&time);
    int year = time.tm_year+1900;
    int month = time.tm_mon+1;
    int day = time.tm_mday;
    Serial.printf("%d/%d/%d : \n", day, month, year);
    if (getTempoDayColor(year, month, day, &token, &color)) Serial.printf("Day J Tempo color : %s\n", color.c_str());
    if (getTempoDayColor(year, month, day+2, &token, &color)) Serial.printf("Day J+2 Tempo color : %s\n",
color.c_str());
}

void loop()
{
}

```

Sortie obtenue :

```

ACCESS TO THE RTE API "TEMPO LIKE SUPPLY CONTRACT"

GET ACCESS TOKEN
Token : hu7vEw2nsMAUq7ofn8sM09tSzM03Gs1E8ADtX7S23BfeiKN68JIVDI

GET CUSTOM DAY TEMPO COLOR
12/2/2024 :
Day J-1 Tempo color : BLUE
Day J Tempo color : RED
Day J+1 Tempo color : WHITE

GET CURRENT DAY TEMPO COLOR
30/10/2024 :
Day J Tempo color : BLUE
Day J+2 Tempo color : UNDEFINED

```

Si on décommente l'instruction **#define DEBUG_PRINT**, on obtient ceci :

```

IP=192.168.1.19 RSSI=-72

ACCESS TO THE RTE API "TEMPO LIKE SUPPLY CONTRACT"

GET ACCESS TOKEN

```

```

URL : https://digital.iservices.rte-france.com/token/oauth/
Authorization : Basic
NTA4NGE2ZTkMGQwOS00MWEwLWI3NGQtN2JhZDcwNmM4NmMzMzMzNWFMODk3LWUyNTYtNDE3MS1hMmV1LTE1ZWUwZDAwNmJjMA=
=
Payload :
{
  "access_token": "dq77C5kXyxQ0Ce16whm7R1q6q0Mq9pyf5v1JpdveXOr48IFFFzPRwt",
  "token_type": "Bearer",
  "expires_in": 7200
}
Token : dq77C5kXyxQ0Ce16whm7R1q6q0Mq9pyf5v1JpdveXOr48IFFFzPRwt
Token : dq77C5kXyxQ0Ce16whm7R1q6q0Mq9pyf5v1JpdveXOr48IFFFzPRwt

GET CUSTOM DAY TEMPO COLOR
12/2/2024 :
URL : https://digital.iservices.rte-france.com/open_api/tempo_like_supply_contract/v1/tempo_like_calendars?start_date=2024-02-11T00:00:00+01:00&end_date=2024-02-12T00:00:00+01:00
Authorization : Bearer dq77C5kXyxQ0Ce16whm7R1q6q0Mq9pyf5v1JpdveXOr48IFFFzPRwt
Payload :
{
  "tempo_like_calendars": {
    "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
    "end_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
    "values": [
      {
        "start_date": "2024-02-11T00:00:00+01:00",
        "end_date": "2024-02-12T00:00:00+01:00",
        "value": "BLUE",
        "updated_date": "2024-02-10T10:20:00+01:00"
      }
    ]
  }
}
Color : BLUE
Day J-1 Tempo color : BLUE
etc.

```

Explications

- Classiquement, l'objet **Wifi** est utilisé pour établir une connexion en WIFI, avec une box permettant d'accéder à Internet.
- Le jeton d'accès pour l'API RTE **Tempo Like Supply Contract** est obtenu avec une requête **GET**, en utilisant un objet **http**, instance de **HTTPClient**, défini dans la fonction **getAccessToken**.
- Pour pouvoir manipuler des temps locaux, avec indication automatique de leurs décalages par rapport aux temps UTC, il suffit de préciser les paramètres de la **zone de temps** - celle de **Europe/Paris** dans notre cas - qui sont codés dans la chaîne de caractères¹⁹ **CET-1CEST,M3.5.0,M10.5.0/3** ; ceci est fait dans la fonction **setTimeZone**. On pourra dès lors utiliser la fonction **getCustomTime** qui remplit une structure de type **tm**, en renseignant le champ **tm_isdst**²⁰. On le met à profit dans la fonction **getTempoDayColor** qui ne requiert que l'année, le mois et le jour comme paramètres caractérisant la date du jour dont on recherche la couleur Tempo.
- Enfin, pour obtenir la couleur Tempo du jour courant, on utilise l'horloge interne RTC de l'ESP32 qui est initialisée dans la fonction **initRTC**, à partir du temps UTC fourni par un serveur NTP (**pool.ntp.org** ici), transformé en temps local avec mention du décalage horaire, là-encore grâce au mécanisme mis en place par **setTimeZone**. Il suffit dès lors de faire appel

¹⁹ https://github.com/nayarsystems/posix_tz_db/blob/master/zones.csv

²⁰ <https://github.com/jlemaire06/Times-and-ESP32>

à **getLocalTime** (sans appeler cette fois un serveur NTP), pour obtenir le temps local courant, là encore dans une instance de la structure **tm**. En extrayant l'année, le mois et le jour, on pourra, comme précédemment, faire appel à **getTempoDayColor**.

- Dans tous les cas la fonction clé est **getTempoDayColor** qui a été volontairement limitée, pour simplifier, à ne fournir que la couleur Tempo d'un **seul jour**. Mais vu les possibilités de l'API **Tempo Like Supply Contract**, on aurait pu évidemment l'étendre pour fournir les couleurs Tempo d'une **succession de jours**, en retournant cette fois un tableau de chaînes de caractères.

5 Conclusion

L'option Tempo, proposée aux clients d'EDF, permet de faire des économies substantielles dans la consommation d'électricité, mais à la condition de bien connaître la tarification en cours, qui dépend de la couleur Tempo du jour et de l'heure (creuse ou pleine).

Bien qu'un peu rébarbative a priori, l'API RTE Tempo Like Supply Contract peut fournir la couleur Tempo de n'importe quel jour, dès lors qu'on fait l'effort de comprendre son mécanisme à 2 niveaux (jeton d'accès, couleur du jour) et surtout d'apprendre à manipuler les heures locales en C++, en prenant en compte le décalage horaire (fuseau horaire + heure d'été).

Tout ceci peut être alors utilisé dans le système de routage d'une installation photovoltaïque par exemple.